

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LI. Band.

Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. Alle Rechte vorbehalten.

20. Heft. 1914. 15. Oktober.

### Das Eisenbahnverkehrswesen auf der Weltausstellung in Gent 1913.

Guillery, Baurat in München-Pasing.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel 41 und Abb. 1 bis 11 auf Tafel 42.

(Fortsetzung von Seite 327.)

#### I. B) Französische Lokomotiven.

Auch die französischen Staatsbahnen stellten eine T.S-Lokomotive mit vier Zylindern und Zwillingswirkung aus, während die IV.T.S-Lokomotiven der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn und der französischen Nordbahn mit Verbundwirkung arbeiten. Alle diese Lokomotiven haben, wie die Zwillingslokomotive der französischen Südbahn, die IV-Lokomotive der Orleansbahn und die beiden Lokomotiven der französischen Ostbahn Überhitzer von Schmidt, so daß dieser jetzt bei allen französischen Verwaltungen eingeführt ist. Außerdem macht die Ostbahn noch Versuche mit anderen Überhitzern, über die später berichtet wird. Die höchsten Raddrücke von 9,0 bis 9,30 t haben die Lokomotiven der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn und die 1 D.G-Lokomotive der französischen Nordbahn. An der Verwendung von Rippenrohren wird in Frankreich festgehalten, ebenso an der Belpaire-Feuerbüchse.

Die 1 E.IV.T.G-Lokomotive der Orleansbahn hat dieselbe Bauart, wie die entsprechende, 1910 in Brüssel ausgestellte. Die 2 C.S-Lokomotive der französischen Nordbahn unterscheidet sich von der betreffenden in Brüssel ausgestellten wesentlich nur durch den Einbau des Überhitzers. Auffallend ist die starke Beteiligung belgischer Bauanstalten an der Lieferung von Lokomotiven für französische Verwaltungen.

Nr. 9) 2 C.IV.T. S-Lokomotive der französischen Staatsbahnen. (Nr. 1 der Zusammenstellung II, Abb. 1 bis 3, Taf. 41). Die Lokomotive ist die einzige französische Heißdampf-Schnellzuglokomotive mit einfacher Dampfdehnung. Das zweiachsige vordere Drehgestell hat, wie das vordere Drehgestell des vierachsigen Tenders (Abb. 1 und 3, Taf. 41), amerikanische Bauart mit Seitenverschiebung des Drehzapfens und Rückstellung durch Pendelgehänge. Die Tenderkuppelung ist nach Roy ausgeführt. Die Kurbeln der zusammengehörigen Maschinengruppen rechts und links sind gegen einander um 180° versetzt, die Steuerung für jede Gruppe erfolgt durch je ein Triebwerk, auf die inneren Schieber wird die Bewegung durch einen Hebel mit senkrechter Schwingachse übertragen. Das zur Verbindung beider Enden der Dampfzylinder bei Schluß des Reglers dienende Ausgleich-

ventil wird selbsttätig mit Luftdruck gesteuert. Der Feuerbüchsmantel hat walzenförmige Decke in Anschluß an den Rundkessel. Hier ist also die früher verwendete Bauart Belpaire verlassen. Die zum Abschlusse des Überhitzers nach der Rauchkammer zu dienenden Klappen werden nur selbsttätig in Abhängigkeit vom Dampfregler gesteuert, auf Einstellung von Hand ist verzichtet. Die Regelung des Grades der Überhitzung erfolgt durch Änderung der Blasrohröffnung nach der Bauart der Nordbahn\*). Ein Preßluftsandstreuer nach Leach bedient die vordere Triebachse und die Mittelachse, für letztere ist außerdem ein Hilfsandstreuer mit Betätigung von Hand vorgesehen. Zylinder und Schieber werden durch Friedmann-Pumpen geschmiert. Der Tender ist mit Einrichtung zur Wasseraufnahme während der Fahrt nach Ramsbottom versehen.

Nr. 10) 2 C1.IV.T. S-Lokomotive der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn (Nr. 2 der Zusammenstellung II). Die Lokomotive ist außer der belgischen Lokomotive der Bauart Flamme die einzige 2 C1.S-Lokomotive der Ausstellung. Die übrigen Heißdampf-Schnellzuglokomotiven haben 2 C-Bauart. Die Lokomotive ist aus einer Naßdampf-Verbundlokomotive umgebaut. Aus Mangel an Raum haben die innen liegenden Niederdruckzylinder dabei nicht die zur vollen Ausnutzung der Kessel bei Heißdampf erforderlichen Abmessungen erhalten können. Immerhin hat sich die Lokomotive bei den ausgeführten Versuchsfahrten der IV.T. S-Lokomotive sonst gleicher Bauart noch etwas überlegen gezeigt. Auf der schwierigsten Teilstrecke der Linie Paris-Marseille zwischen Laroche und Dijon mit einer langen Steigung von 8‰ nach einer Steigung von 318 m auf 133 km Länge hat die Lokomotive Wagenzüge von 278, 384 und 487 t Gewicht geschleppt und dabei eine mittlere Leistung bis zu 1274 PS am Tenderzughaken und bis zu 1954 PS an den Kolben entwickelt. Die höchsten Einzelleistungen betragen etwa 2150 PS an den Kolben und 1420 PS am Tenderzughaken. Bei der stärksten Belastung verbrauchte die Lokomotive 1,06 bis 1,09 kg Kohlen und 8,23 bis 8,39 l Wasser auf 1 PS an den Kolben, und

\*) Organ 1911, S. 367.

1,58 bis 1,63 kg Kohlen und 12,28 bis 12,45 l Wasser auf 1 Nutz-PS. Die Verdampfung betrug im Mittel der einzelnen Versuchsfahrten 6,49 bis 7,76.

Abgesehen von der Verbundwirkung hat die Lokomotive gleiche Ausführung und Abmessungen, wie die 1911 in Turin ausgestellte IV.  $\Gamma$ -Lokomotive\*).

Nr. 11) 2 C.IV.T.  $\overline{\Gamma}$ .S-Lokomotive der französischen Ostbahn (Nr. 3 der Zusammenstellung II). Die Lokomotive hat gleiche Bauart und Abmessungen wie die entsprechende 1910 in Brüssel ausgestellte\*\*), ist aber mit Schmidt-Überhitzer versehen, nachdem die Versuche mit dem frühern Überhitzer, über deren Ergebnisse nichts mitgeteilt wird, anscheinend keinen befriedigenden Erfolg ergeben haben. Im Ganzen sind 84 Lokomotiven dieser Reihe mit Überhitzer versehen, 46 weitere sollen ihn nachträglich erhalten.

Nr. 12) 2 C.IV.T.  $\overline{\Gamma}$ .S-Lokomotive der Nordbahn (Nr. 4 der Zusammenstellung II). Die Lokomotive ist ebenfalls, bis auf den Schmidt-Überhitzer und den etwas größern Durchmesser der Hochdruckzylinder, gleich der entsprechenden in Brüssel ausgestellten\*\*\*). Die erreichbare Fahrgeschwindigkeit ist durch Einbau des Überhitzers erheblich gestiegen und beträgt bei mehr als 300 t Wagengewicht 100 bis 110 km/St in der Ebene und 85 km/St auf Steigungen von 5 ‰, so daß die Lokomotiven trotz ihres Triebraddurchmessers von nur 1750 mm dieselben Schnellzüge fahren können, wie die 2 B1-Lokomotiven mit Triebrädern von 2040 mm Durchmesser. Die Lokomotiven werden aber auch im Güterdienste verwendet und schleppen bis zu 1000 t auf Strecken mit Neigungen bis zu 6 ‰. Durch die große Wassersparnis ist der Wasservorrat der Tender von 23 auf 17 t ermäßigt.

Nr. 13) 2 C2.IV.t.  $\overline{\Gamma}$ .P-Tenderlokomotive der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn für Vorortdienst (Nr. 7 der Zusammenstellung II, Abb. 1 und 2, Taf. 42). Die Lokomotive ist schon etwas älterer Bauart von 1909 und deshalb noch nicht mit Überhitzer versehen. Übrigens zeigt sie die bekannte Einrichtung der französischen Verbundlokomotiven mit trennbarer Verbindung der Steuerungen für Hoch- und Nieder-Druck. Die Handgriffe zur Bedienung des Reglers, der Steuerung, des mit Preßluft gesteuerten Anlafshahnes, des Dampfsandstreuers, der Luftdruckbremse und der Dampfpeife sind doppelt für Vorwärts- und Rückwärts-Fahrt angeordnet.

Nr. 14) 1 D1.II.T.  $\Gamma$ .P-Tenderlokomotive der französischen Ostbahn (Nr. 8 der Zusammenstellung II, Abb. 3 bis 7, Taf. 42) für Vorortdienst. Die ausgestellte Lokomotive ist mit dem Schmidt-Überhitzer versehen. Andere Lokomotiven sonst derselben Bauart haben den neuen Überhitzer von Mestre (Abb. 5 bis 7, Taf. 42), der, ähnlich wie der Überhitzer von Schmidt, in erweiterte Rauchröhren des Langkessels eingebaut ist. Die einzelnen Überhitzerglieder bestehen aus je einem Stammrohre, in dem der

zu überhitzende Dampf von der Rauchkammer aus nach der Feuerbüchse zu geleitet wird, und aus neun im Kreise daran geschweiften engeren, wellenförmig gebogenen Rohren, in denen der Dampf im Gleichstrom mit den Rauchgasen zu dem Sammelkasten in der Rauchkammer zurückkehrt. Vergleichende Versuche haben ergeben, daß dieser Überhitzer wegen seiner schnellen Wirkung besonders für Lokomotiven im Vorortdienste mit häufigem Anfahren geeignet ist. Beide Versuchslokomotiven mit Überhitzern von Schmidt und Mestre waren den entsprechenden Nafsdampf-Verbundmaschinen erheblich überlegen, die Wassersparnis betrug 21, die Kohlenersparnis 12 bis 14 ‰. Besondere Vergleichsversuche mit beiden Lokomotiven sollen eine Mehrersparnis an Heizstoff von 5 ‰ für die Bauart Mestre ergeben haben. Zu prüfen bleibt, ob dieser Vorteil nicht durch die schwierigere und teurere Herstellung und Unterhaltung aufgewogen wird, auch erscheint die Reinhaltung des Überhitzers durch die Windungen der Rohre erheblich erschwert. Übrigens haben auch die Versuche der Ostbahn wieder bestätigt, daß der Nutzen der Überhitzung mit deren Grade wächst. Nach 18 Monate langem Betriebe waren die Kessel und Triebwerksteile in besserem Zustande, als bei den entsprechenden Nafsdampflokomotiven. Eine Neuheit dieser Lokomotiven ist die Heizung der Standplätze von Führer und Heizer mit Dampf.

Nr. 15) 1 D.IV.T.  $\overline{\Gamma}$ .G-Lokomotive der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn (Nr. 11 der Zusammenstellung II, Abb. 8 und 9, Taf. 42). Die Lokomotive zeichnet sich durch große Seitenbeweglichkeit aus, da der feste Achsstand nur 1650 mm beträgt. Der Drehzapfen des vordern Zara-Drehgestelles hat je 13 mm Seitenbewegung, die Hinterachse je 27,5 mm. Beim Anfahren wird mit einem einfachen Hahne frischer Dampf in den Verbinder gelassen, auf freien Auspuff der Hochdruckzylinder ist dabei verzichtet. Bei der Möglichkeit einer größten Füllung von 85 ‰ für die Hochdruckzylinder wird trotzdem stets sicheres Anfahren erreicht. Die Einzelanordnungen der Lokomotive sind bekannter Art.

Nr. 16) Die 1 D.IV.T.  $\overline{\Gamma}$ .G-Lokomotive der französischen Nordbahn (Nr. 12 der Zusammenstellung II) ist bestimmt, Kohlenzüge von 950 t über eine neue Strecke mit steilsten Steigungen von 8 ‰, statt früher 5 ‰, und mit etwas erhöhter Fahrgeschwindigkeit zu befördern. Die Niederdruckzylinder haben entlastete Flachschieber. Der Dampfregler hat zwei Ventile, von denen das kleinere dazu dient, beim Anfahren frischen Dampf in den Verbinder zu lassen. Die Verbindung zwischen der vordern Laufachse und der ersten Kuppelachse erinnert an das Zara-Drehgestell, indem auch hier ein deichselförmiger, die Lager der Laufachse enthaltender Rahmen um einen mittlern, seitlich beweglichen Drehzapfen schwingt. Dieser Drehzapfen ist aber belastet und das hintere Ende des Deichselrahmens ist durch einen kugelförmigen Drehzapfen mit einem Querhebel verbunden, der auf dem vordern Ende der Tragfedern der ersten Kuppelachse ruht.

Nr. 17) 2 D.II.T.  $\Gamma$ .G-Tenderlokomotive der französischen Südbahn (Nr. 13 der Zusammenstellung II, Abb. 10, Taf. 42).

\*) Organ 1912, S. 219 und Tafel XXVIII.

\*\*) Organ 1911, S. 367 und Tafel XLV:II und 1912, S. 219.

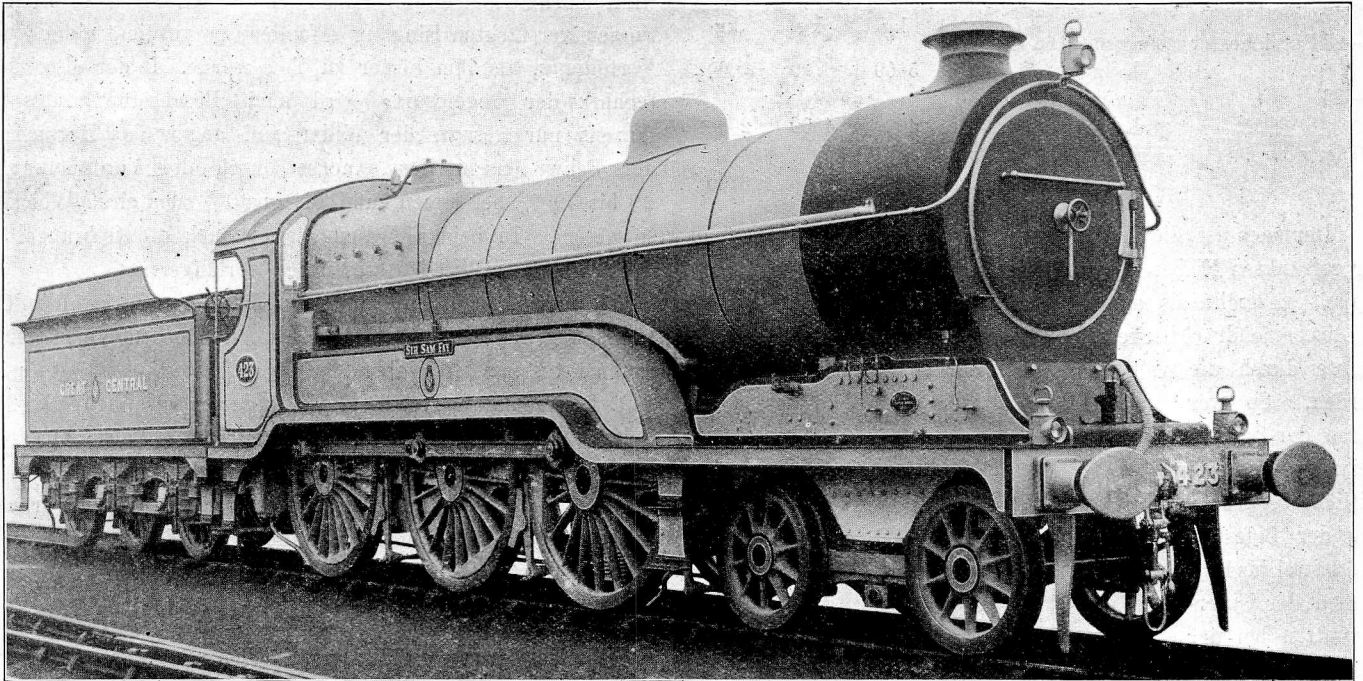
\*\*\*) Organ 1911, S. 368 und Taf. XLIX.

Nr. 18) 1 E 1. II. T. G-Tenderlokomotive der französischen Ostbahn (Nr. 14 der Zusammenstellung II, Abb. 11, Taf. 42).

### I. C) Englische Lokomotiven.

Nr. 19) 2 C. II. T. S.-Lokomotive der Großen Zentralbahn (Nr. 5 der Zusammenstellung II, Textabb. 5).

Abb. 5. 2 C. II. T. S.-Lokomotive der Großen Zentralbahn.



Ausgestellt ist nur der Kessel der Lokomotive nebst Schnittten durch den von Robinson, Obergeringieur der Bahngesellschaft, eingeführten Überhitzer, der eine genaue Nachbildung des Schmidt-Überhitzers ist, mit den Abweichungen, daß die Überhitzerrohre in dem Dampfsammelkasten durch Einwalzen statt durch die erprobte Flanschverschraubung befestigt sind, und daß die sonst üblichen Klappen zum Versperren des Durchzuges der Rauchgase durch den Überhitzer bei Schluß des Dampfreglers durch Dampfstrahlen ersetzt sind, die von der Rauchkammer aus dem Zuge der Rauchgase entgegen in den Überhitzer blasen, wenn der Hilfsbläser in Tätigkeit ist. Bei Schluß des Dampfreglers bleibt der Überhitzer ungeschützt,

so lange der Hilfsbläser nicht arbeitet. Diese Hemmung des Zuges der Rauchgase durch entgegen blasenden Dampf ist auch schon vor einer Reihe von Jahren durch W. Schmidt neben den Verschlussklappen angewendet und veröffentlicht worden. Auffallend ist das große Verhältnis der Heizfläche zur Rostfläche. Als Tragfedern für die Triebachse und die erste Kuppelachse sind unten liegende Schraubenfedern verwendet. Übrigens zeigt die Lokomotive, wie die in verkleinerter Nachbildung ausgestellten 2 B 1. S-Lokomotiven der englischen Nordost- und der Großen Nordbahn, die in England übliche einfache Bauart und Einzelausführung.

(Schluß folgt.)

## Die Hartholzverdübelung.

E. Biedermann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor a. D. in Charlottenburg.

### A. Die technische Bedeutung der Verdübelung.

Von den beiden Ursachen des Vergehens der Holzschwellen, Verwitterung und Abnutzung, kam bei schwachem Betriebe\*) noch um 1880 auf deutschen Eisenbahnen für die Weichholzschwelle die erstere überwiegend in Betracht, unter der Last des heutigen Verkehrs ist letztere in den Vordergrund gerückt.

Bei der Beurteilung der betriebstechnischen Güte verschiedener Oberbauanordnungen sind den äußeren Angriffen die Widerstände des ganzen Verbundbaues entgegen zu stellen, wobei der Schwelle ein wichtiger Anteil zufällt. Die Größe der Widerstände außerhalb der Schwelle selbst hängt vom Querschnitte und Gewichte der Schienen, von der Art der Stofsverbindung, von der Befestigung der Schienen auf der Schwelle,

\*) 1880 wurde in Preußen 1 km Gleis durchschnittlich mit 234 000 Personenkilometern und 481 000 Tonnenkilometern belastet, 1911 waren diese Zahlen 732 961 und 1 143 943, also etwa verdreifacht.

von der Güte und Stärke der Bettung, von der Verwendung der Unterlegplatten, von der Trennung der Befestigung der Schiene auf der Unterlegplatte von der der Platte auf der Schwelle, vom Ersatze des Hakennagels durch die Schwellenschraube und vornehmlich von der Schwellenteilung ab. Als wichtigstes inneres Mittel zur Steigerung der Widerstandsfähigkeit der Holzschwelle selbst hatte sich die Schwellentränkung ergeben, die beiden Ursachen des Vergehens gleichzeitig entgegenwirkt.

Doch haben die besten Tränkverfahren die Sicherheit des Sitzes der Schwellenschraube in der Weichholzschwelle nicht erzielen können, die die Hartholzschwelle bietet. Zusammenstellung I gibt nach Versuchen der französischen Ostbahn und der preussisch-hessischen Staatsbahnen die Haftung in verschiedenen getränkten Hölzern an, zu der der Widerstand gegen seitliche Verdrückung annähernd in geradem Verhältnisse steht.

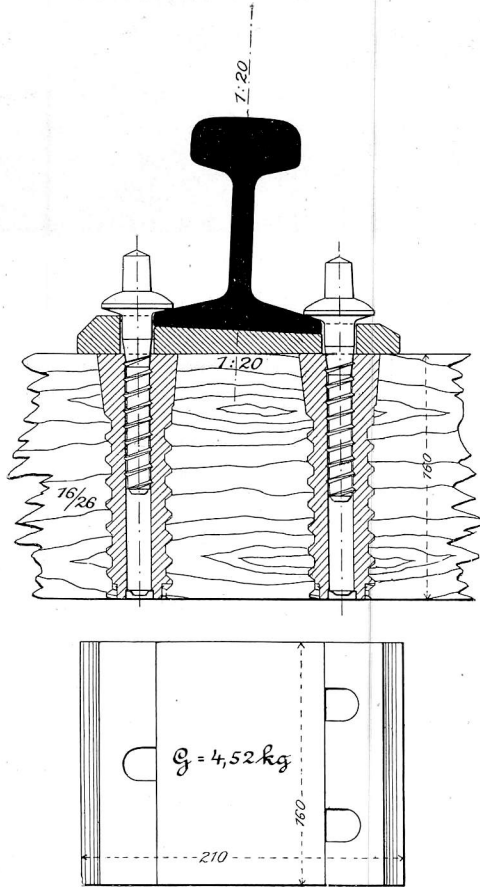
Zusammenstellung I.

Schraubenmaße mm	Beobachtungsbahn	Haftung gegen Herausziehen aus		
		Eiche	Buche	Kiefer
19—23 Durchmesser	Französische Ostbahn . . . . .	kg	kg	kg
20—23 „	Preuß.-hess. Staatsbahnen . . . . .	5000	6000	3000
150 lang . . . . .	Preuß.-hess. Staatsbahnen . . . . .	4000	4500	2000
		6000	7300	3200

Demnach ist die Haftfestigkeit der Schwellenschraube in der getränkten Eichen-, vor allem aber in der Buchen-Schwelle doppelt so hoch, als in der getränkten Kieferschwelle; auch die Zusammendrückbarkeit der Längsfasern einer Kieferschwelle konnte durch die vollkommenste Tränkung nicht aufgehoben werden. So war neben der Spurerweiterung durch seitliche Verdrückung der Befestigungsmittel das Einfressen der Unterlegplatten bei der getränkten Kieferschwelle in den meisten Fällen die Ursache der Entfernung aus dem Gleise. Die Beseitigung dieser Mischverhältnisse war der Verdübelung vorbehalten.

Sie besteht nach Textabb. 1 in der Ausrüstung der Weichholzschwelle mit eingesetzten Hartholzdübeln, die ihrerseits zur mittelbaren Aufnahme der Schwellenschraube dienen.

Abb. 1. Weichholzschwelle mit eingesetzten Hartholzdübeln. Maßstab 1:4.



Man kann entweder die an den Befestigungstellen verschlissenen, oder gleich die neuen Weichholzschwelle von vornherein damit ausrüsten. Neben der Verdübelung altbrauchbarer Schwelle hat der letztere Weg im verflossenen Jahrzehnte wegen seiner besseren wirtschaftlichen Erfolge auch bei den deutschen Staatsbahnverwaltungen verstärkten Eingang gefunden, er verdient eingehendere Verfolgung, als ihm bisher zu Teil wurde. In der «Eisenbahntechnik der Gegenwart» wird nach Beschreibung des Verfahrens nur gesagt, der Widerstand gegen das Herausziehen der Schwellenschrauben wachse durch die Verdübelung um 29 bis 39% bei neuen, und bis zu 80% bei alten Weichholzschwelle. In beiden Fällen werde auch die Gebrauchsdauer der Weichholzschwelle wesentlich verlängert.

Neuere amtliche Versuche in der Versuchsanstalt zu Charlottenburg haben aber die beträchtlich höheren Werte der Zusammenstellung II ergeben.

Darnach steigerte sich die Haftung neu verdübelter kieferner Schwelle gegen Zug von 3245 auf 4765, also um 47%. Weiter ist durch diese amtlichen Versuche erwiesen, daß der Widerstand gegen Spuränderungen zufolge seitlicher Verdrückung bei der getränkten Kieferschwelle durch den Dübel etwa um 70% wächst, die bei der Weichholzschwelle ziemlich große Gefahr des Überdrehens der Schraube auf 25% sinkt\*).

**B. Die Bewährung verdübelter Weichholzschwelle im Betriebe.**

Neben den günstigen Fachurteilen der großen Eisenbahnsammelwerke\*\*) über Zweckmäßigkeit und Bewährung der Verdübelung trifft man in den Zeitschriften des Bahnunterhaltungsdienstes auch gelegentlich Urteile an, in denen sich entgegengesetzte Erfahrungen befehlen. Der Wert des Austausches solcher Einzelerfahrungen liegt darin, daß hier die berufenen Stellen als unmittelbare Beobachter sprechen. Die Bedeutung aber erleidet dadurch eine Minderung, daß hier im Gegensatz zur amtlich geleiteten, wissenschaftlichen Massenbeobachtung meist Beobachtungen kleiner Einzelgebiete vor-

\*) Zu der Frage der günstigsten Gestaltung der Schwellenschrauben sei auf die ausgezeichneten Untersuchungen von Michel hingewiesen: „Fixation des rails sur les traverses en bois: la question des Tirefonds; Sonderdruck der Revue Générale des Chemins de Fer. Paris 1900“. Wir stellen im spätern Verlaufe dieser Untersuchung die bei der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn übliche Form der Schwellenschrauben der der preußisch-hessischen Staatsbahnen für die stärkste Oberbauanordnung 16 gegenüber, ohne auf die für das Haften und seitliche Verdrücken wichtige Frage der besten Schraubenform gründlicher eingehen zu können.

\*\*) Handbuch der Ingenieurwissenschaften; die Eisenbahntechnik der Gegenwart; v. Röhl, Enzyklopädie des Eisenbahnwesens.

Zusammenstellung II.

Die Haftung der Schwellenschrauben gegen Zug in neuen Schwelle.

Schaftdurchmesser der Schrauben mm	Mittelwerte der	unverdübelt						verdübelt					
		Eiche ungetränkt		Buche getränkt		Kiefer getränkt		Eiche ungetränkt		Buche getränkt		Kiefer getränkt	
		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
oben 20 unten 15	1. Versuchsreihe . . . . .	6180		6840		2980		7040		7560		4480	
	2. Versuchsreihe . . . . .	6800		6980		3510		6820		6980		5050	
	Mittel . . . . .	6490	100	6910	100	3245	100	6930	107	7270	105	4765	147

liegen, deren Eigenart nach Lage und Verkehr der Verallgemeinerung ebenso im Wege stehen, wie etwa mangelnde Eignung des zufälligen Beobachters. Wir führen einige sich widersprechende Urteile an. In einem Aufsatz «Verdübelte Schwellen und Hakenplatte H. K.»\*) teilt ein Bahnmeister die unbefriedigenden Ergebnisse seiner zweifellos sorgfältigen Beobachtungen mit verdübelten Weichholzwischwellen mit. Er zeigt, daß die durchgehende Verwendung der 0,469 kg schweren Schraube, die als Aufsenschraube mit ihrem Kopfe auf der Hakenplatte selbst aufruhet, als innere Klemmplatzenschraube zu nachteiligen Erscheinungen geführt habe. Wie die Darstellung links der Schraubenachse in Textabb. 2 zeigt, beschränkt der erhöhte Sitz des Schraubenkopfes auf der Klemmplatte die Tiefe des Eindringens des Schraubengewindes in den Dübel, und begünstigt das Eindringen der Nässe in die nicht überdeckten Teile des Dübelhalses. In der rechten Schraubenhälfte ist der Verbesserungsvorschlag des Beobachters dargestellt. Er besteht in der Forderung längerer preussischer Regelschrauben von 0,552 kg, die das Haften verbessern, und bei tieferm Eingriffe des Gewindes mit dem längern walzenförmigen Halsteile das Dübelloch ausfüllen, namentlich bei Durchführung der engeren walzenförmigen Bohrung statt der obern kegelförmigen Erweiterung des Dübelloches. Die durch den geteerten Schraubenschaft überdeckte Dübelbohrung wird so gegen das Eindringen von Wasser geschützt, dem sonst die sich allmählich erweiternden Spielräume zwischen Klemmplatte und Hakenplatte den Zutritt auf die Dauer doch nicht verwehren.

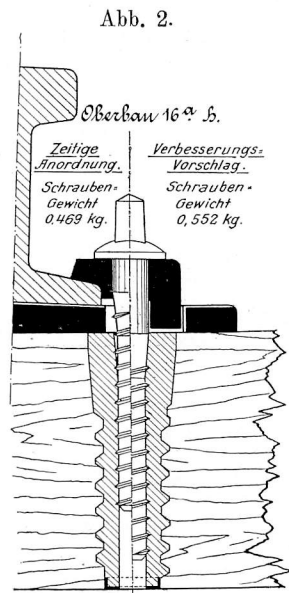
Diese nicht in der Verdübelung liegenden Mifsstände scheinen dem die Abhilfe selbst angehenden Verfasser Anlaß zu der bedenklichen Verallgemeinerung zu geben: «Da bis heute auch in unverdübelten Schwellen die Haftkraft der Schrauben genügte, empfiehlt sich die Verdübelung nur alter Schwellen zum Zwecke der Rückgewinnung für Hauptgleise und vielleicht auch nur dann, wenn den Mehrkosten eine verkleinerte Unterlegplatte gegenübergestellt werden kann.»

Aus scheinbar derselben Quelle stammen auch die «Erfahrungen über verdübelte Schwellen»\*\*), in denen, nach Bemängelung des durch die Dübelbohrung verringerten Trägheitsmomentes der Schwelle, eine wirtschaftliche Verurteilung der «verdübelten Altschwelle» aus den beiden Umständen hergeleitet wird: «Die durch die Verdübelung ermöglichte weitere Liegezeit von fünf Jahren ist mit dem Verdübelungspreise von 1,31 M zu teuer erkauft».

In einem Aufsatz «Langjährige Erfahrungen mit verdübelten Schwellen» tritt dann ein anscheinend älterer Beamter

\*) Wochenschrift für deutsche Bahnmeister, 1912, Juni, Nr. 26.

\*\*) Wochenschrift für deutsche Bahnmeister, 1913, S. 645.



des Erhaltungsdienstes diesen statischen und wirtschaftlichen Schlüssen entgegen\*). Das Urteil dieses Berichterstatters verdient besondere Beachtung, weil zu seinem Dienstbezirke die Versuchstrecke Marienfelde-Zossen der Militäreisenbahn gehörte, auf der die elektrischen Schnellfahrversuche stattfanden. Er bekämpft zunächst den Irrtum\*\*) der Auffassung der Schwelle als eines freitragenden Trägers auf zwei Stützen, dessen Tragfähigkeit nur von der Größe des Widerstandsmomentes bestimmt wird, und tritt sodann aus seiner Erfahrung heraus der Ansicht entgegen, die verdübelte Altschwelle habe nur eine fünfjährige Liegezeit im Gleise, nämlich in Nebengleisen oder auf Nebenbahnen, zu gewärtigen, indem er ausführt:

«In der mir bis 1910 unterstellten Bahnmeisterei wurden unter meiner Aufsicht im Jahre 1903 altbrauchbare Kiefern-schwellen verdübelt und auf der Strecke Zossen - Dahlewitz verlegt. Diese waren bei meinem Abgange 1910, also nach sieben Jahren, in tadellosem Zustande, nur wenige Schwellen zeigten eine Lockerung der Schrauben.» Er teilt weiter mit, von seinem Nachfolger sei ihm bestätigt, daß heute, nach zehn Jahren\*\*\*) noch eine große Zahl jener Schwellen in tadellosem Zustande im Gleise liege, und daß, soweit eine Auswechslung erfolgt sei, diese immer nur auf die schlechte Beschaffenheit der Schwellenhölzer oder auf die Verwendung nicht einwandfreier alter Schrauben mit verbogenen Schäften oder angerosteten Gewinden zurückzuführen gewesen sei. Auch darin hält die Erwiderung den Verfasser des frühern Aufsatzes für nicht hinreichend unterrichtet, daß er bei der Wirtschaftsrechnung einerseits den Beschaffungspreis der Kiefern-schwelle mit 3,9 M zu niedrig, andererseits die Kosten der Verdübelung mit 1,31 M zu hoch annehme. Der mittlere Beschaffungspreis der getränkten Kiefern-schwelle sei heute frei Verwendungstelle mit 5,0 M zu veranschlagen, während die Kosten der Verdübelung nach Abzug der Kosten der Hobelfläche, die ja auch die unverdübelte Schwelle erfordert, 1,08 M, bei verdübelten Neuschwellen nur 0,85 M, betragen.

Die im letzten Abschnitte dieser Arbeit behandelte Frage des wirtschaftlichen Wertes erhält allerdings ein anderes Aussehen, wenn mit 1,08 M Kosten eine acht- bis zehnjährige Verlängerung der Liegedauer der Schwelle zu erzielen ist, der

\*) Wochenschrift f. deutsche Bahnmeister, 1913, September, Nr. 36.

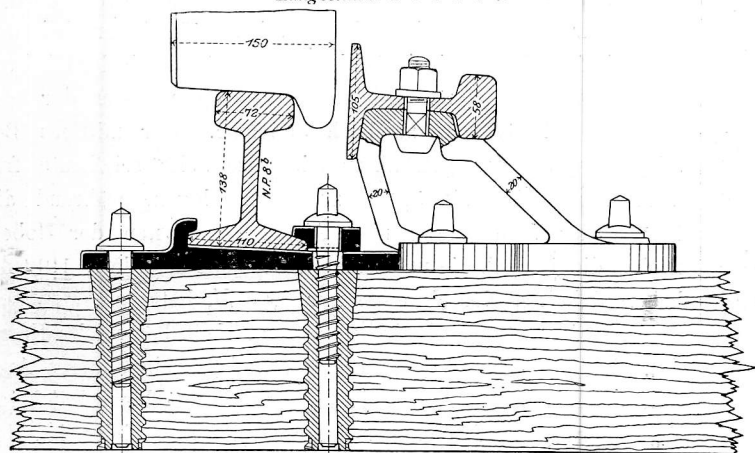
\*\*) Mit der Prüfung der statischen Bedenken der Schwächung der Schwelle durch die Dübelbohrung beschäftigt sich der nachfolgende Abschnitt eingehender. Daß diese Besorgnis für Nebenbahnen oder Nebengleise, dem wichtigsten Verwendungsgebiete verdübelter Altschwellen, überhaupt gegenstandslos ist, bedarf kaum des Hinweises.

\*\*\*) Diese Beobachtung deckt sich mit dem Urteile, das im Buche „Der Eisenbahnbau; I. Teil, von A. Schau, Baugewerkschuldirektor und Regierungsbaumeister zu Essen; B. G. Teubner, Leipzig 1911“ auf S. 60 unter „Verdübelung der Schwellen“ abgegeben wird: „Eine neue verdübelte, kieferne Schwelle kann als vollwertiger Ersatz einer Hartholzwischschwelle gelten, und altbrauchbare verdübelte Schwellen können in Hauptgleisen für unverdübelte neue Schwellen sogar in den stärksten Bogen verlegt werden. Sie werden überall da zu benutzen sein, wo die buchenen oder eichenen Schwellen zu mäßigem Preise nicht zu haben sind. Die Gebrauchsdauer der kiefernen Schwellen und der altbrauchbaren Schwellen wird durch die Verdübelung um acht bis zehn Jahre erhöht. Die Kosten der Dübelung belaufen sich für eine Schwelle jetzt auf 1,10 M bei sechs Dübeln.“

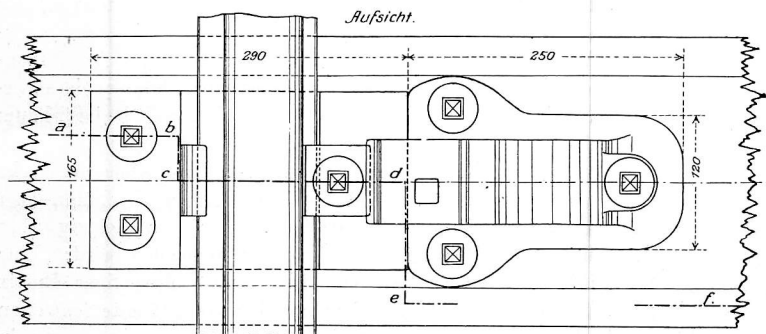
bei 5 M Beschaffungskosten eine zehnjährige Dauer im Hauptgleise zukam, wenn also mit 23 0/0 der Kosten der Neubeschaffung fast eine Verdoppelung der Nutzungsdauer erzielt wird. Von diesem Fachmanne wird ferner auf die oft folgenreicheren Ungenauigkeiten der Handverdübelung hingewiesen, die die Verdübelung mit Maschinen vermeide. Man kann sich dem Urteile des Berichterstatters anschließen: »Wenn also heute noch eine vorzeitige Auswechslung verdübelter Schwellen geschehen muß, so darf man die Folgen der Handverdübelung und der Ausführungsfehler dem Verfahren als solchem nicht zur Last legen.« Diese Berichterstattung liefert den Anstoß dazu, bei der Frage der Zweckmäßigkeit der «Verdübelung neuer Kieferschwellen» sich der fast in Vergessenheit geratenen Erfahrungen der Schnellfahrversuche auf der Militärbahn zu erinnern. Die 1903 durchgeführte dritte Reihe von Schnellfahrten<sup>\*)</sup>, bei denen Geschwindigkeiten von über 200 km/St erzielt wurden, ist besonders lehrreich für die Frage nach dem widerstandsfähigsten Oberbaue und dessen Unterschwellung überhaupt. Die Vorprüfung der Oberbaufrage durch die staatlichen Ausschußmitglieder<sup>\*\*)</sup> war zu Gunsten eines neuen Oberbaues auf kiefern, verdübelten Holzschwellen nach Textabb. 3 und

Abb. 3. Oberbau der Militär-Eisenbahn. Maßstab 1:7.

Längsschnitt a-b-c-d-e-f.



Aufsicht.



<sup>\*)</sup> Nach dem Berichte der Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen „Über die Versuchsfahrten auf der Militär-Eisenbahn in den Monaten September bis November 1903“. Als Manuskript gedruckt. Berlin, H. S. Hermann, 1904.

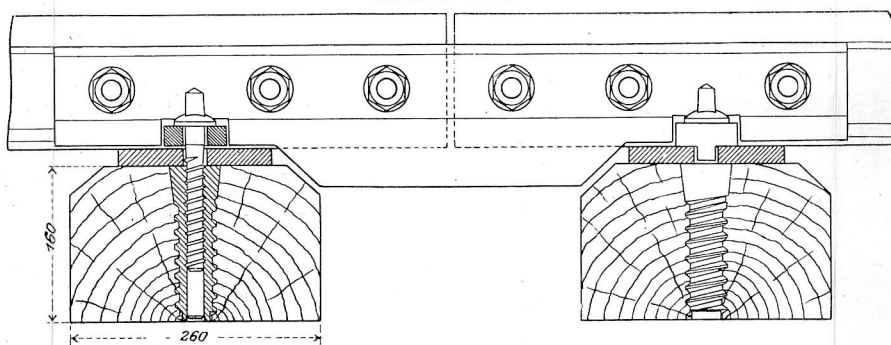
<sup>\*\*)</sup> Vorsitzender des Aufsichtsrates der Studiengesellschaft war der Präsident des Reichseisenbahnamtes, Dr. Schulz, Leiter der Versuche der Geheime-Baurat Lochner. Von den technischen

einer Steinschlagbettung aus Hartgestein entschieden, nachdem bei den ersten Versuchen 1901 noch ein Teil der eisernen Schwellen im Gleise gelassen war. Der Bericht sagt über die Herstellung des Oberbaues der 23 km langen Strecke Marienfelde-Zossen:

«Der mit 20 000 cbm zur Bettung verwendete Basalt-Kleinschlag in 7 bis 10 cm Korngröße stammt aus den Steinbrüchen von Sproitz in Niederschlesien, er wurde gewählt, weil er sich nach dem Urteile von Schubert als der bei verschiedenen Versuchen bestbewährte Stoff herausgestellt hatte.»

Die 34 800 kiefern Holzschwellen sind in der Tränk-

Abb. 4. Stoßanordnung des Oberbaues der Militär-Eisenbahn. Maßstab 1:8.



anstalt von Rütgers zu Finkenheerd mit Chlorzink und karbolsäurehaltigem Teere getränkt. Die Verdübelung der Schwellen wurde mit buchenen Hartholzdübeln nach Collet bewirkt. Die 46 193 m Bessemerstahl- und Martinstahl-Schienen Nr. 8 der preussischen Staatsbahnen wogen 41 kg/m und waren 12 m lang. Zu 34 445 m Leitschienen wurden alte Staatsbahnschienen Nr. 6 verwendet, 60 000 gußeiserne Leitschienenstühle nach Textabb. 3 wogen je 11 kg. Textabb. 4 zeigt die Stoßanordnung.

Der Bericht sagt, dieser Oberbau habe sich sehr gut bewährt, und weiter bezüglich der Holzunterschwellung: «Obleich die Versuchsfahrten sofort nach seiner Verlegung begannen, sind keine Gleisverdrückungen eingetreten, so daß die während der Versuchszeit erforderlichen, unerheblichen Nacharbeiten auf die Regelung der Höhenlage des Gleises beschränkt werden konnten.»

Sorgfältigste Messungen durch Meßvorrichtungen mit Bleiplatten ergaben, «daß die seitlichen Bewegungen der Fahrschienen, selbst in Bogen, außerordentlich gering waren, während die lotrechte Senkung des Gleises um 3 mm von der Eindrückung der Schwellen in die Bettung herrührte».

Die «neu verdübelte Weichholzschwelle» war bei diesen Schnellfahrversuchen einem Angriffe unterworfen, wie er vorher nicht vorgekommen war, und wohl auch nicht vorkommen wird. Das Gewicht der Triebwagen von 94 t auf zwei dreiachsigen Drehgestellen ergab mit regelmäßigen

Ausschußmitgliedern sei hier nur an den Begründer der Statik des Oberbaues, den Wirklichen Geheimen Oberbaurat Dr. Zimmermann vom Ministerium der öffentlichen Arbeiten und an den, durch seine maßgebenden Versuche über den Verschleiß der Bettungstoffe unter Eisen- und Holz-Schwellen bekannten Eisenbahndirektor Schubert erinnert.

Geschwindigkeiten von 160, und Höchstgeschwindigkeiten von über 200 km/St\*) ganz ungewöhnliche Arbeitsvermögen und Fliehkräfte, denen die Schwellenschrauben in unverdübelten Weichholzschwellen weder in wagerechter noch lotrechter Richtung längere Zeit widerstanden hätten, denen die Verdübelung aber ohne Verschleiß Stand gehalten hat. Die Denkschrift faßt diese Erfahrungen dahin zusammen: «Der neue Oberbau der preussischen Staatsbahnen mit Schienen Nr. 8 und 18 Schwellen auf 12 m Schienenlänge erscheint in jeder Beziehung genügend, um Fahrzeugen von 8 t Raddruck und langem Achsstande bei Fahrgeschwindigkeiten bis 160 km/St völlig ruhigen und sanften Lauf zu sichern. Für noch höhere Geschwindigkeiten dürften ähnliche Leitschienen, wie die des Versuchsgleises das geeignetste Mittel sein, das Gewicht und damit die Widerstandsfähigkeit des Gleises zu erhöhen, während der Lauf der Wagen bei fester Unterbettung und wesentlich schwereren Fahrschienen ein härterer und weniger ruhiger sein würde, als auf dem jetzigen Oberbaue». Man darf mit Bezug auf den vorliegenden Gegenstand hinzufügen, daß die Eisenschwelle für den technischen Ausschufs nicht in Frage kam, weil sie nicht jederzeit betriebsichere Unterstopfung gewährleistet, und weil ihre harte Lage die Wirkung der Stöße der Fahrzeuge verschärft.

Diese 1903 eingelegten Schwellen liegen nach jenen Schnellfahrt-Beanspruchungen noch heute im Gleise, die Verdübelung ist in tadellosem Zustande, namentlich sitzen die Schrauben bei unveränderter Spur fest in den Dübeln und die Dübel fest in den Schwellen, ohne daß Verschiebungen oder Verdrückungen im Erhaltungsdienste bemerkt wurden. Diese ausgezeichneten Ergebnisse und die Tatsache, daß die geringfügigen Kosten der Verdübelung allein durch die Ersparnis an Erhaltungskosten eingebracht werden, dürfte wohl der Grund sein, weshalb die bayerischen, oldenburgischen, sächsischen und württembergischen Staatsbahnen neue Schwellen für die schärfsten Bogen höchst belasteter Strecken in großer Zahl verdübeln.

Während früher bis zu 70% aller getränkten Weichholzschwellen der Zerstörung durch Abnutzung erlagen, gibt nach der Verdübelung auf mittelstark befahrenen Gleisen wieder die Güte der Tränkung den Ausschlag im Kampfe gegen die Verrottungsgefahr. Das zeigt auch die Beobachtung auf den Stadt- und Vorort-Bahnen von Berlin. Auf der von 80 Zügen täglich befahrenen Schnellzugstrecke Berlin-Köln waren 1901 am Ausgange des Bahnhofes Charlottenburg in einem Bogen von 310 m Halbmesser vergleichsweise verdübelte Kiefernswellen verlegt, die 1912 bei einem gröfsern Gleisumbaue ausgebaut

\*) Im Berichte wird bemerkt, daß die Gleisinanspruchnahme auch bei höheren Geschwindigkeiten keine außergewöhnliche, und deshalb auch kein außergewöhnlicher Verschleiß des Oberbaues zu erwarten war. Die schärfsten Bogen von 200 m Halbmesser, die in der Regel nur mit 160 km/St durchfahren werden sollten, zeigten auch bei 170 bis 180 km/St keinerlei bedenkliche Erscheinungen.

wurden und nach 11 Jahren keine Anzeichen ungünstigen Verhaltens aufwiesen. Diese Schwellen zeigten 4 mm tiefe Eindrücke unter den Auflagerplatten (Textabb. 5), des Vergleiches halber mit verlegte Eichenschwellen dagegen 20 mm tiefe Einsenkungen

Abb. 5. Verdübelte Kiefernswelle. (Textabb. 6). Bei der verdübelten Schwelle Unterlegplatte 4 mm tief eingedrückt.

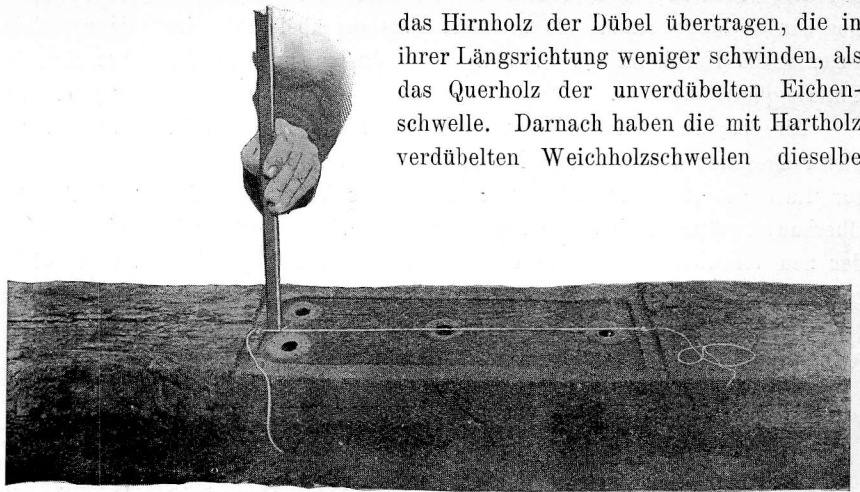
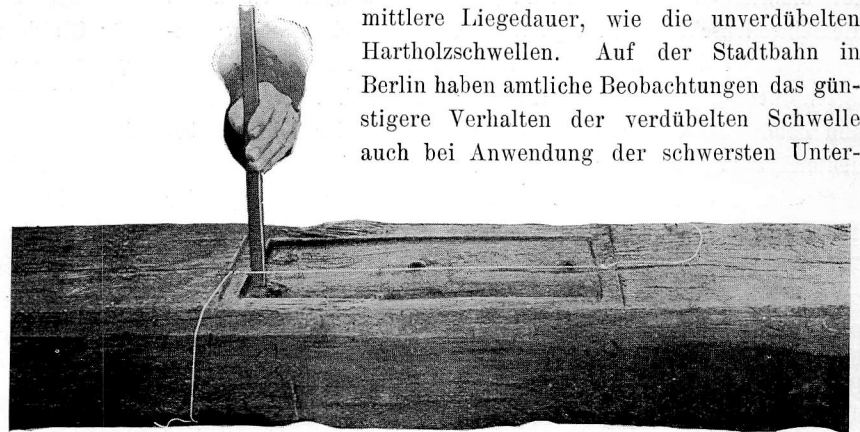


Abb. 6. Unverdübelte Eichenschwelle. Unterlegplatte 20 mm tief eingedrückt.



mittlere Liegedauer, wie die unverdübelten Hartholzschwellen. Auf der Stadtbahn in Berlin haben amtliche Beobachtungen das günstigere Verhalten der verdübelten Schwelle auch bei Anwendung der schwersten Unter-

legplatte festgestellt. In dem täglich von 432 Zügen befahrenen Stadtbahngleise bei Bahnhof «Börse» wurden im Frühjahr 1908 zwei benachbarte Gleisstücke der schwersten Oberbauordnung 15 c vergleichsweise auf verdübelten und unverdübelten Kiefernswellen verlegt. Ende 1913 ergab die Besichtigung, daß die Unterlegplatten bei den letzteren bis 12 mm, bei den ersteren bis 4 mm eingedrückt, die Spur bei ersteren bis 4 mm, bei letzteren bis 2 mm erweitert war; die Haftfestigkeit war bei letzteren erheblich besser. Dabei lagen die unverdübelten Schwellen in der Geraden, die verdübelten zum größten Teile in einem Bogen von 290 m Halbmesser.

Bei einer andern deutschen Eisenbahn-Verwaltung sollen bei neu verdübelten Kiefernswellen die Weichholzteile unter der Unterlegplatte nach verhältnismäßig kurzer Liegedauer durch die Witterung gelitten haben, ohne daß die Festigkeit des Sitzes der Hartholzdübel in den Schwellen oder der Schwellenschrauben in den Dübeln verschlechtert wäre. Diese Beobachtung war auf die Tränkung zurück zu führen. Die in Rede stehenden Schwellen der bayerischen Staatsbahn waren nämlich

vorwiegend mit, leicht auslaugbarem, Zinkchlorid getränkt, das stärkeres Schwinden in der Querrichtung begünstigt, als Teeröl\*). Durch das Schwinden bildet sich unter der Unterlegplatte eine saugende Fuge, die die Zerstörung der ihres Tränkstoffes beraubten Holzfaser beschleunigt. Während das eine unverdübete Schwelle frühzeitig unbrauchbar macht, hielt der verdübete Oberbau so lange Stand, als die drei Hartholzdübel noch im unzerstörten Kernholze der Schwelle Halt fanden und so die Unterlegplatte stützten.

Die bayerische Eisenbahnverwaltung hat in Anbetracht dieser Ursachen den teilweisen Misserfolg nicht der Verdübelung zur Last gelegt und, nach Mitteilungen des Vorstandes der Oberbauverwaltung, bei Übergang zur Teeröltränkung mit der neu verdübten Schwelle ebenso befriedigende Ergebnisse erzielt, wie Sachsen und Württemberg.

Der sächsische Berichterstatter, Finanz- und Baurat Scheibe, äußert sich im Abschnitte «Die Unterhaltung der Gleis- und Weichen-Anlagen» des Werkes «Das deutsche Eisenbahnwesen der Gegenwart» zur Verdübelung folgendermaßen:

«Dieses seit acht bis zehn Jahren bei vielen Verwaltungen erprobte Befestigungsmittel bedeutet einen erheblichen Fortschritt in der Erhaltung des Oberbaues. Der Dübel ist im Vergleiche zur unmittelbaren Beanspruchung der Schwellenfasern durch die Schwellenschrauben geeignet, die Haftfestigkeit der Schwellenschrauben in der Schwelle in senkrechter Richtung, und ihren festen Sitz in wagerechter Richtung erheblich zu vergrößern und damit die Verbindung der Schienen mit der Schwelle bedeutend zu verbessern.»

«Aus der hauptsächlichlichen Auflagerung der Schiene oder der Unterlegplatte auf die Dübelköpfe ergibt sich eine wesent-

\*) Die Teeröltränkung wird als vorteilhaftester Schutz der Holzschwellen in dem vom „Vereine deutscher Eisenbahnverwaltungen“ herausgegebenen „14. Ergänzungsbande des „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ anerkannt. Im Vorworte dieses Bandes wird gesagt, nach dem Urteile fast aller Verwaltungen sei die Tränkung aller Holzschwellen wünschenswert, und die Tränkung mit Teeröl habe alle übrigen Tränkungsverfahren verdrängt.

(Schluß folgt.)

## Die Tragkraft des Zusammenhaltes der Erde.

A. Francke, † Baurat in Alfeld a. d. Leine.

Die Beobachtung, daß die Oberfläche der Erde, abgesehen von Mooren und Sümpfen, gleichmäßige Belastung von beträchtlicher Höhe tragen kann, führt zu der Annahme, daß der Zusammenhalt die Fähigkeit erteilt, unvermittelt schon an der Kante eines Lastkörpers einen endlichen Druck aufzunehmen. Denn die Reibungskraft setzt allein die Erdarten nur in den Stand, Lasten auf der Oberfläche zu tragen, die an den Kanten der Laststrecke mit Null beginnen.

Die hier vorzuführenden Erörterungen schließen an den Aufsatz »Über die Tragkraft des Erdreiches« \*) an.

### I. Das Anwachsen der Kräfte im Umkreise des Kantenpunktes.

Das rascheste Wachsen der aus dem Zusammenhalte  $c$  entspringenden, gleichmäßig über die Strecken verteilten Kräfte des Erdkörpers im Umkreise eines Punktes  $o$  der Oberfläche (Textabb. 1) wird gegeben durch die Gleichung:

\*) Organ 1914, S. 44.

liche Schonung der Schwellenoberfläche, und aus der Heranziehung der inneren Holzfasern zur Stofs- und Last-Übertragung auf die Schwelle vermöge des Dübelgewindes eine Abschwächung der Stofswirkungen.»

«Die Verdübelung wird bei neuen und bei gebrauchten Schwellen vorgenommen. Nicht nur die verlängerte Gebrauchsdauer allein, sondern vornehmlich auch die in oben erwähnten Vorteilen begründete Ersparnis an Löhnen für die Bahnerhaltung rechtfertigen die entstehenden Mehrkosten von 0,85 bis 1,0  $M$  für die Schwelle. Die Verdübelung erfolgt gegenwärtig meist mit Maschinen.»

Auf ähnlichem Standpunkte stehen auch die württembergischen Staatsbahnen\*) Der Vorstand der Oberbauverwaltung sagt: «Die mit verdübten neuen Kieferschwellen gemachten Erfahrungen sind, soweit sich dies in der meist erst kurzen Zeit ihrer Verwendung beurteilen läßt, durchaus günstige; Nachteile haben sich nicht gezeigt». Dieses Urteil besteht nach eingezogenen Erkundigungen auch heute noch. Die verdübete Weichholzwelle wird in Württemberg in den schärfsten Bogen der schwerstbelasteten Gleise zu voller Zufriedenheit verwendet. Dasselbe gilt von den verdübten Schwellen der oldenburgischen Staatsbahnen.

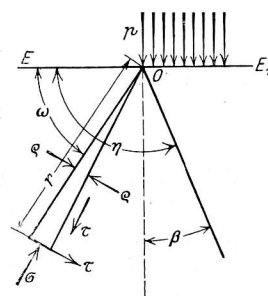
Auf die besondere Eignung verdübter Weichholzwellen für Gleisbogen wird in den folgenden Abschnitten näher eingegangen werden.

Die Verdübelung verhindert die Abnutzung der Schwellen in den Schienenlagerflächen bei Verwendung von Unterlegplatten nahezu ganz, und die Nutzungsdauer der Schwellen wird in dieser Hinsicht außerordentlich gesteigert. Die erwähnten Lockerungen von Schwellenschrauben im Dübel sind bei den vorgeschlagenen Verbesserungen nur noch in Ausnahmefällen zu erwarten, auch scheint es sich zu empfehlen, schadhafte Dübel auszubohren und an derselben Stelle neue einzuschrauben, ein Vorgang, der erfahrungsgemäß keine Schwierigkeit bereitet.

\*) Organ 1903, S. 425.

$$\text{Gl. 1) } \dots \begin{cases} Q = 2 c \operatorname{ctg} \varphi \sin^2 (\omega \operatorname{tg} \varphi) \\ Q = c \operatorname{ctg} \varphi \left\{ \cos^2 (2 \omega \operatorname{tg} \varphi) - 1 \right\}, \end{cases}$$

Abb. 1. Die Kräfte des Zusammenhaltes.



worin  $c$  die, von Druck und Reibung unabhängige Scherfestigkeit der Flächeneinheit des Erdreiches bedeutet.

Auf Grund der allgemeinen, das Gleichgewicht aller inneren Kräfte darstellenden Differentialgleichungen:

$$\frac{dQ}{d\omega} - 2\tau - \frac{d\tau}{dr} r = \gamma r \sin \omega$$

$$\sigma + \frac{d\sigma}{dr} r - Q - \frac{d\tau}{d\omega} = \gamma r \cos \omega$$

ergeben sich, da das Erdgewicht  $\gamma$  von den bereits vorhandenen Kräften im Erdkörper getragen wird, für die zu  $Q$  gehörigen Kräfte  $\tau$  und  $\sigma$  die Gleichungen:



$$\tau = c \sin(2 \omega \operatorname{tg} \varphi)$$

$$\sigma - \varrho = 2 c \cdot \operatorname{tg} \varphi \cos(2 \omega \operatorname{tg} \varphi).$$

Die Kräfte  $\varrho$  und  $\tau$  verschwinden in der Oberfläche für  $\omega = 0$ , während der zur Oberfläche gleichgerichtete Anfangswert des Druckes  $\sigma$  für  $\omega = 0$  den Zahlenwert  $\sigma_0 = 2 c \cdot \operatorname{tg} \varphi$  erhält.

Diese Gleichungen liefern:

$$\begin{aligned} \sigma + \varrho &= 2 c \left\{ \operatorname{tg} \varphi \cos(2 \omega \operatorname{tg} \varphi) + 2 c \operatorname{ctg} \varphi \sin^2(\omega \operatorname{tg} \varphi) \right\} \\ &= 2 c \left\{ \operatorname{tg} \varphi + \frac{4 \sin^2(\omega \operatorname{tg} \varphi)}{\sin 2 \varphi} \right\} \\ &= 2 c \left\{ \frac{2 \sin^2(\omega \operatorname{tg} \varphi) + \sin^2 \varphi}{\sin \varphi \cos \varphi} \right\} \\ &= 2 c \left\{ \frac{\cos(2 \omega \operatorname{tg} \varphi) - \cos^2 \varphi}{\sin \varphi \cos \varphi} \right\} \\ (\sigma - \varrho)^2 + 4 \tau^2 &= \frac{4 c^2}{\cos^2 \varphi} \left\{ \sin^2(2 \omega \operatorname{tg} \varphi) + \sin^2 \varphi \right\} \\ &= \frac{4 c^2}{\cos^2 \varphi} \left\{ \cos^2(2 \omega \operatorname{tg} \varphi) - \cos^2 \varphi \right\}. \end{aligned}$$

Für jeden Strahl  $\omega$  ergibt sich, da die Kräfte  $\varrho, \tau, \sigma$  in jedem Punkte des Strahles denselben Zahlenwert haben, für jeden Punkt dieselbe Ellipse der Spannungen. Ist der erste Hauptdruck dieser Ellipse A, der andere B, so lauten A und B in den Werten  $\varrho, \tau, \sigma$  ausgedrückt:\*)

$$A + B = \sigma + \varrho = \frac{2 c \left\{ 2 \sin^2(\omega \operatorname{tg} \varphi) + \sin^2 \varphi \right\}}{\sin \varphi \cos \varphi}$$

$$A - B = \sqrt{(\sigma - \varrho)^2 + 4 \tau^2} = \frac{2 c}{\cos \varphi} \sqrt{\sin^2(2 \omega \operatorname{tg} \varphi) + \sin^2 \varphi}$$

$$A B = \frac{1}{4} \left\{ (A + B)^2 - (A - B)^2 \right\} = \frac{4 c^2 \sin^4(\omega \operatorname{tg} \varphi)}{\sin^2 \varphi}.$$

Der Ergänzungswinkel  $\psi$  des Schneidenwinkels  $90 - \varphi$  der Asymptoten ist gegeben durch:

$$\sin \psi = \frac{A - B}{A + B} = \sin \varphi \frac{\sqrt{\sin^2 \varphi + \sin^2(2 \omega \operatorname{tg} \varphi)}}{[\sin^2 \varphi + 2 \sin^2(\omega \operatorname{tg} \varphi)]}.$$

Wegen der Wirkung des Zusammenhaltes ist  $\sin \psi > \sin \varphi$ . Vom Werte  $\sin \psi = 1$  für  $\omega = 0$  aus, nimmt  $\sin \psi$  mit wachsenden Spannungen stetig ab, um mit unbegrenzt zunehmendem Werte  $\omega$  schließlich den Wert  $\sin \varphi$  zu erreichen. Die diesen aus dem Zusammenhalte entspringenden Kräften zugehörige Ellipse hat also eine schlankere Form, als für die Ellipse reiner Reibungskräfte zulässig wäre.

Damit kein Ausgleiten stattfindet, muß für jedes beliebige Flächenteilchen die allgemeine Gleichung der Gleitgefahr erfüllt werden:

$$\text{Gl. 2) } \dots \dots N \operatorname{tg} \varphi + c \geq S.$$

Die rechte Seite S der Gleichung ist die tatsächlich auf die Flächeneinheit wirkende Scherkraft, die linke der mathematische Ausdruck der bezüglichen Leistungsfähigkeit; N bedeutet den tatsächlich rechtwinkelig zur Einheit auftretenden Druck, c die Scherfestigkeit.

Diese Bedingungsgleichung der Vermeidung der Schubgefahr wird zunächst in Bezug auf diejenigen konjugierten Durchmesser der Ellipse geprüft, die den kleinsten Winkel mit einander bilden, also bezüglich der Asymptoten.

Die Kräfte N, S in der Asymtote haben die Größe:

\*) Winkler, Theorie des Erddruckes.

$$N = \frac{2 A B}{A + B}; S = \frac{(A - B) \sqrt{A B}}{A + B}.$$

Diese Werte geben mit Gl. 2):

$$2 A B \operatorname{tg} \varphi + c(A + B) \geq (A - B) \sqrt{A B}.$$

Werden nun A und B nach den oben gegebenen Formeln in  $\varrho, \tau, \sigma$  ausgedrückt, so folgt die Bedingungsgleichung:

$$\frac{8 c^2 \sin^4(\omega \operatorname{tg} \varphi)}{\sin \varphi \cos \varphi} + \frac{2 c^2 \left\{ 2 \sin^2(\omega \operatorname{tg} \varphi) + \sin^2 \varphi \right\}}{\sin \varphi \cdot \cos \varphi} \geq \frac{4 c^2 \sin^2(\omega \operatorname{tg} \varphi)}{\sin \varphi \cos \varphi} \cdot \sqrt{\sin^2(2 \omega \operatorname{tg} \varphi) + \sin^2 \varphi},$$

oder

$$4 \sin^4(\omega \operatorname{tg} \varphi) \sin^2 \varphi + [2 \sin^2(\omega \operatorname{tg} \varphi) + \sin^2 \varphi]^2 > 0.$$

Daher kann in keinem Punkte des Erdkörpers für die Asymptotenlinien der Ellipsen eine Gefahr des Gleitens entstehen.

Hieraus allein kann noch nicht auf Sicherheit der durch  $\varrho = 2 c \operatorname{ctg} \varphi \sin^2(\omega \operatorname{tg} \varphi)$  dargestellten Kräftegruppe gegen Ausgleiten geschlossen werden, denn schon Winkler hat nachgewiesen, daß bei den aus dem Zusammenhalte entspringenden Kräften die größte Gleitgefahr, wie ohne Zusammenhalt, stets in den Flächen entsteht, die den Winkel  $45 \pm \varphi/2$  mit den Hauptachsen der Ellipse bilden.

Um dieses für den vorliegenden Fall darzutun, wird die die Richtung A beliebig unter  $\beta$  schneidende Ebene untersucht. Hier ist der rechtwinkelige Druck  $N = A \sin^2 \beta + B \cos^2 \beta$  und die Scherwirkung  $S = \frac{(A - B)}{2} \sin 2 \beta$ .

Die Gleichung der Gleitgefahr für diese Ebene lautet:

$$(A \sin^2 \beta + B \cos^2 \beta) \operatorname{tg} \varphi + c \geq \left( \frac{A - B}{2} \right) \sin 2 \beta$$

oder

$$(A \sin^2 \beta + B \cos^2 \beta) \operatorname{tg} \varphi - \left( \frac{A - B}{2} \right) \sin 2 \beta + c = Z \geq 0.$$

Dreht man die Ebene  $\beta$ , so ändert sich der Zahlenwert Z, dieser wird am kleinsten für:

$$d Z : d \beta = (A - B) \sin 2 \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi - (A - B) \cos 2 \beta = 0,$$

also für  $\tan 2 \beta = \operatorname{ctg} \varphi; 2 \beta = 90^\circ - \varphi$ .

Die größte Gleitgefahr entsteht daher auch hier nicht in den Asymptoten, sondern in der Fläche, die mit A den Winkel  $\beta = 45^\circ - \varphi/2$  einschließt, denn Z verschwindet dort am ehesten, wo es am kleinsten wird.

Wird  $\beta = 45^\circ - \varphi/2$  eingesetzt, so entsteht aus:

$$\sin^2 \beta = \frac{1 - \cos 2 \beta}{2} = \frac{1 - \sin \varphi}{2}$$

$$\cos^2 \beta = \frac{1 + \cos 2 \beta}{2} = \frac{1 + \sin \varphi}{2}$$

die Bedingungsgleichung:

$$(A + B) \operatorname{tg} \varphi - (A - B) \frac{\sin^2 \varphi}{\cos \varphi} - (A - B) \cos \varphi + c \geq 0$$

oder

$$(A + B) \sin \varphi + 2 c \cos \varphi \geq (A - B).$$

Werden nun  $A + B = \sigma + \varrho$

$A - B = \sqrt{(\sigma - \varrho)^2 + 4 \tau^2}$  eingesetzt, so folgt die allgemeine, für die Beurteilung der Gleitgefahr maßgebende Bedingungsgleichung:

Gl. 3) . . .  $(\sigma + \varrho)^2 \sin^2 \varphi - (\sigma - \varrho)^2 - 4 \tau^2 + 4 c (\sigma + \varrho) \sin \varphi \cos \varphi + 4 c^2 \cos^2 \varphi \geq 0.$

Gl. 3) ist im Einklange mit der bezüglichen von Winkler für das Achsenkreuz x, y gegebenen Gleichung\*).

Einsetzung der Werte:

$$(\sigma + \varrho) = \frac{2 c \{ \cos^2 (2 \omega \operatorname{tg} \varphi) - \cos^2 \varphi \}}{\sin \varphi \cos \varphi}$$

$$(\sigma - \varrho)^2 + 4 \tau^2 = \frac{4 c^2}{\cos^2 \varphi} \{ \cos^2 (2 \omega \operatorname{tg} \varphi) - \cos^2 \varphi \}$$

gibt nach Teilung durch  $4 c^2$  und Umformung:  
 $1 > 0,$

die Gleitfahr ist demnach auch für die gefährlichste Ebene überall ausgeschlossen. Der Ausdruck  $1 > 0$  zeigt an, daß hierbei der erlaubte Grenzzustand in mathematischem Sinne nie voll erreicht wird.

ZahlenmäÙig betrachtet wird jedoch diese erlaubte Grenze bei erheblichen Kräften, also größeren Zahlenwerten  $2 \omega \operatorname{tg} \varphi$  rechnerisch sehr bald erreicht, denn es ist rechnerisch belanglos, ob die Zusammenfassung der größeren Zahlenwerte der linken Seite schließlicly das Ergebnis  $+ 1$  oder  $0$  liefert.

Aus der allgemeinen Gleichung  $\varrho = m \sin^2 (n \omega)$  folgt, daß weder  $m > 2 c \operatorname{ctg} \varphi$ , noch  $n > \operatorname{tg} \varphi$  werden darf, wenn Ausgleiten vermieden sein soll.

Also stellt Gl. 1) das höchstmögliche Anwachsen von aus dem Zusammenhalte  $c$  entspringenden gleichmäÙigen Streckenkräften dar.

Nach der Ableitung gilt Gl. 1) nicht nur für das Anwachsen des Zusammenhaltes aus der wagerechten Erdoberfläche heraus, vielmehr gelangt man zu ihr auch dann, wenn man das Wachsen von einer beliebig geneigten Ebene aus betrachtet, also den Winkel  $\omega$  von der willkürlich geböschten Erdoberfläche aus zählt.

Zunächst wird jedoch die wagerechte Oberfläche betrachtet und, um den höchstmöglichen, zwangsweise lotrechten Kantendruck  $p$  und damit die gleichmäÙige Tragkraft für eine auf die Oberfläche gesetzte Last zu bestimmen, die Darstellung auf das Achsenkreuz x, y bezogen:

$$\mu = \varrho \cos^2 \omega + \sigma \sin^2 \omega - \tau \sin 2 \omega$$

$$K = \varrho \sin^2 \omega + \sigma \cos^2 \omega + \tau \sin 2 \omega$$

$$\pm t = \frac{(\sigma - \varrho) \sin 2 \omega}{2} - \tau \cos 2 \omega.$$

Im Strahle OB, dessen Winkel  $\eta$  der Gleichung  $\operatorname{tg} 2 \eta = \operatorname{ctg} \varphi \operatorname{Tang} (2 \eta \operatorname{tg} \varphi)$  genügt, verschwindet die wagerechte Scherkraft  $t$  und im Winkelraume  $E_1OB$  findet, wenn  $OE_1$  gleichförmig belastet wird, gleichmäÙige Druckverteilung statt, der der im Winkel EOB oder  $\eta$  anwachsende Zusammenhalt das Gleichgewicht hält.

Der Winkel  $\eta$  ist  $< \frac{3 \pi}{4} - \varphi/2$ , da  $\operatorname{Tang} (2 \eta \operatorname{tg} \varphi) < 1$  ist. Bei erheblichen Werten  $\operatorname{tg} \varphi$  liegt er sehr nahe seinem Grenzwerte  $\frac{3 \pi}{4} - \varphi/2$ , so zwar, daß für Werte  $\operatorname{tg} \varphi \geq \frac{2}{3}$  keine erhebliche Abweichung mehr bemerkbar wird.

Um  $\eta$  genau festzustellen rechnet man am einfachsten mit dem Winkel  $\beta$ :

$$\beta = \eta - \frac{\pi}{2}; \eta = \frac{\pi}{2} + \beta$$

$\cos 2 \eta = - \cos 2 \beta; \sin 2 \eta = - \sin 2 \beta; \operatorname{tg} 2 \eta = \operatorname{tg} 2 \beta$   
 $\operatorname{tang} (2 \beta) = \operatorname{ctg} \varphi \operatorname{Tang} [(\pi + 2 \beta) \operatorname{tg} \varphi] = \operatorname{ctg} \varphi \operatorname{Tang} (2 \eta \operatorname{tg} \varphi).$  Da  $2 \beta$  etwas  $< 90^\circ - \varphi$  ist, so ist der Wert  $\operatorname{Tang} (2 \eta \operatorname{tg} \varphi)$  von vornherein ungefähr gegeben, und zwar so genau, daß die auf ihm fußende erste Berechnung des Zahlenwertes  $\operatorname{tang} (2 \beta)$  meist recht scharf ausfällt oder wenigstens durch nachträgliche kleine Berichtigung leicht zum mathematischen Stimmen gebracht werden kann.

Indem man also die Zahlen  $2 \eta, 2 \beta$  bei gegebenem  $\varphi$  als bekannt betrachtet, kann man den Kantendruck  $p$  und damit die gleichförmige Tragkraft für die Lage ausdrücken durch:

$$p = \mu \text{ für } \omega = \eta; p = \frac{(\sigma + \varrho)}{2} - \frac{(\sigma - \varrho)}{2 \cos 2 \eta}$$

oder

Gl. 4) . . .

$$p = c \cdot \operatorname{tg} \varphi \left\{ \frac{\cos^2 (2 \eta \operatorname{tg} \varphi) - \cos^2 \varphi}{\sin^2 \varphi} + \frac{\cos^2 (2 \eta \operatorname{tg} \varphi)}{- \cos (2 \eta)} \right\}$$

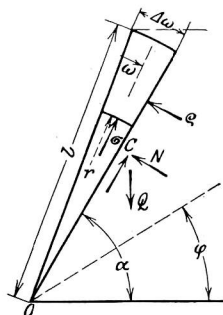
$- \cos 2 \eta = + \cos 2 \beta$  ist stets  $> 0.$

Häufig empfiehlt es sich, statt des Zusammenhaltes  $c$  für die Flächeneinheit eine andere Bestimmungsgröße in die Gleichungen zu setzen, nämlich die meist durch Beobachtung bekannte Höhe der lotrecht abgrabbaren Wand. Zu dem Zwecke wird zunächst die Standfähigkeit der Böschungen, besonders die schüttbare Böschungslänge betrachtet.

**Die schüttbare Böschungslänge (Textabb. 2).**

Ruht ein Gewicht  $Q$  auf einer unter dem Winkel  $\alpha > \varphi$  ansteigenden Ebene  $\alpha$ , so kann Gleichgewicht stattfinden unter der Bedingung:

Abb. 2. Abgleiten.



$$Q \cos \alpha \operatorname{tg} \varphi + C \geq Q \sin \alpha$$

worin die rechte Seite die abwärts treibende Seitenkraft der Schwere, die linke den Widerstand der Ebene  $\alpha$ ,  $C$  die aus dem Zusammenhalte entspringenden Widerstandskräfte darstellt, die bei Vermeidung des Herabgleitens der Bedingung entsprechen müssen:

$$C \geq \frac{Q \sin (\alpha - \varphi)}{\cos \varphi}.$$

Für das Gleichgewicht des ersten an die freie Böschung grenzenden Dreiecks mit dem sehr kleinen Schneidewinkel  $\Delta \omega$  vom Gewichte  $Q = \gamma \frac{1}{2} \Delta \omega$  gilt also die Bedingung:

$$C \geq \gamma \frac{1}{2} \frac{\sin (\alpha - \varphi)}{\cos \varphi} \cdot \Delta \omega.$$

Darin bedeutet  $C$  den aus dem Zusammenhalte entspringenden Scherwiderstand der Ebene  $OA$ , die aus  $OA_1$  durch Drehung um den Pol  $O$  um den sehr kleinen aber bestimmten Winkel  $\Delta \omega$  hervorgeht.

Die rechte Seite der Gleichung, die treibende Kraft, wächst mit  $l^2$ , die Widerstandsfähigkeit  $C$  der Ebene mit  $l$ , daher ist die schüttbare Böschungslänge für  $\alpha > \varphi$  endlich begrenzt.

In der freien Böschungslinie für  $\omega = 0$  verschwindet  $C$

\*) Winkler, Theorie des Erddruckes, Gl. 30).

und sein höchster Wert in der nächsten, der Böschungslinie unendlich nahen Ebene  $\alpha$ , wird bei beliebig kleinem Zahlenwerte  $\Delta\omega$  gegeben durch den Ausdruck:

$$C = 1 \left\{ \frac{d\tau}{d\omega} \right\} \Delta\omega.$$

worin  $\frac{d\tau}{d\omega} = 2c \cdot \text{tg } \varphi$  das Maß des höchsten Wachsens des Zusammenhaltes von einer freien Ebene aus bedeutet. Also wird endliche Begrenzung der für Neigungswinkel  $\alpha > \varphi$  ausführbaren Böschungslängen  $l$  gegeben durch die Gleichung:

$$\text{Gl. 5) } \dots l = \frac{4c \sin \varphi}{\gamma \sin(\alpha - \varphi)},$$

welche Gleichung nach Maßgabe ihrer Ableitung nur für Werte  $\alpha$  von  $\alpha = \varphi$  bis  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  gilt.

Die Verfolgung des Gleichgewichtes aller kleinsten Teile des beliebig klein gedachten Teiles des Spitzenwinkels  $\Delta\omega$ , besonders des Verlaufes der endlichen Druckkraft  $\sigma$  in diesem Winkel  $\Delta\omega$  liefert die vollständigen Differenzialgleichungen für die freie Böschungslinie  $OA_1$  als Ursprung:

$$\text{Gl. 6) } \dots \frac{d\varrho}{d\omega} - 2\tau - \frac{d\tau}{d\omega} r = \gamma r \cos(\omega - \alpha)$$

$$\text{Gl. 7) } \dots \sigma + \frac{d\sigma}{d\omega} r - \varrho - \frac{d\tau}{d\omega} = \gamma r \sin(\omega - \alpha).$$

Die rechten Seiten haben für Winkel  $\omega$  zwischen  $0$  und dem unendlich kleinen  $\Delta\omega$  die Bedeutung:

$$\frac{d\varrho}{d\omega} - 2\tau - \frac{d\tau}{d\omega} r = \gamma r \left\{ \cos \alpha + \omega \sin \alpha \right\}$$

$$\sigma + \frac{d\sigma}{d\omega} r - \varrho - \frac{d\tau}{d\omega} = -\gamma r \sin \alpha.$$

In der Gleichung für  $\varrho$  kann man die Glieder, soweit sie nicht anderweit feststehen, nach Potenzen von  $\omega$  wachsend annehmen, und braucht dann für  $\omega = 0$  bis  $\omega = \Delta\omega$  dritte und höhere Potenzen nicht zu beachten. Dann folgen aus der Gleichung

$$\varrho = \gamma r \left\{ \sin \omega \cos \alpha + \frac{\omega^2}{2} (\sin \alpha + 3 \text{tg } \varphi \cos \alpha) \right\} + 2c \text{tg } \varphi \sin^2(\omega \text{tg } \varphi)$$

auf Grund der das Gleichgewicht aller kleinsten Teile verbürgenden Differenzialgleichungen für die zu  $\varrho$  zugehörigen Werte  $\tau$  und  $\sigma$  die Gleichungen:

$$\tau = \gamma r \text{tg } \varphi \cos \alpha \cdot \omega + c \sin(2\omega \text{tg } \varphi)$$

$$= (\gamma r \text{tg } \varphi \cos \alpha + 2c \text{tg } \varphi) \omega$$

$$\sigma = \frac{\gamma r (\text{tg } \varphi \cos \alpha - \sin \alpha)}{2} + 2c \text{tg } \varphi$$

$$= \frac{2c \sin \varphi}{\cos \varphi} - \frac{\gamma r \sin(\alpha - \varphi)}{2 \cos \varphi}.$$

Der mit der Böschung gleichgerichtete endliche Druck  $\sigma$  würde negativ werden für  $r > \frac{4c \sin \varphi}{\gamma \sin(\alpha - \varphi)}$ , deshalb hat die Länge  $r = 1$  der herstellbaren Böschung den angegebenen endlichen Grenzwert:

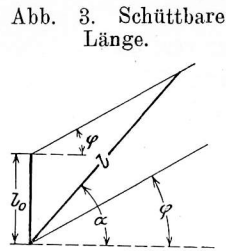
$$1 = 4 \left( \frac{c}{\gamma} \right) \frac{\sin \varphi}{\sin(\alpha - \varphi)}.$$

Für  $\alpha = \varphi$  wird  $l = \infty$ , für  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  erhält man die bekannte

lotrecht abgrabbare Wand von Erdarten starken Zusammenhaltes.

$$\text{Gl. 8) } \dots l_0 = 4 \left( \frac{c}{\gamma} \right) \text{tg } \varphi.$$

Für dazwischen liegende Werte  $\alpha$  (Textabb. 3) liegt der Endpunkt von  $l$  auf der durch den Kopf von  $l_0$  unter dem Winkel  $\varphi$  ansteigenden Geraden. Mit abnehmendem Zusammenhalte vermindert sich die schüttbare Länge  $l$ , die Höhe  $l_0$  der lotrecht abgrabbaren Wand verschwindet bei verschwindendem Zusammenhalte  $c$ . Ist  $c = 0$ , so sind nur bis zum Winkel  $\alpha = \varphi$  ansteigende Böschungen herstellbar.



Gleichwohl lassen sich Erdarten mit erheblichem Zusammenhalte  $c$  nur auf eine sehr mälsige Höhe lotrecht aufschichten, wenn die Reibung gering ist.

Stoffe von den Eigenschaften flüssigen Leimes oder Teeres, bei denen  $c$  groß,  $\text{tg } \varphi$  verschwindend klein ist, können keine erhebliche lotrechte Wand bilden und nur geringfügige Belastung der Oberfläche tragen.

In der Regel sind zunächst  $c$  und  $\varphi$  für die zu behandelnde Erdart unbekannt; denn auch die übliche Beobachtung der rutschenden Böschung  $\alpha$  führt zunächst nur zu unbestimmter Einschätzung des Wertes  $\text{tg } \varphi < \text{tg } \alpha$ . Liegen jedoch zwei unter sonst gleichen Verhältnissen gewonnene Beobachtungen über einrutschende Böschungen verschiedener Neigung und Höhe vor, so lassen sich aus ihnen die Werte  $c$  und  $\varphi$  herleiten. Die Lösung der Gl. 5) nach  $\text{ctg } \varphi$  gibt für  $\gamma = 1$ :

$$\text{ctg } \varphi = \frac{4c + l \cos \alpha}{l \sin \alpha} = \frac{4c + b}{h},$$

wenn  $b$  und  $h$  Breite und Höhe der Böschung  $l$  bedeuten. Zwei verschiedene Beobachtungen geben daher für  $c$  die Bestimmungsgleichung:

$$\frac{4c + b_1}{h_1} = \frac{4c + b_2}{h_2}; \quad 4c = \frac{b_2 h_1 - b_1 h_2}{h_2 - h_1},$$

während  $\varphi$  bestimmt ist durch:

$$\text{ctg } \varphi = \frac{b_2 - b_1}{h_2 - h_1}; \quad \text{tg } \varphi = \frac{h_2 - h_1}{b_2 - b_1},$$

und es gilt immer die Beziehung:  $\frac{4c}{h} = \text{ctg } \varphi - \text{ctg } \alpha$ , wenn  $h$  und  $\alpha$  zusammengehörige Werte sind.

Stürzt die lotrechte Wand  $l_0$  eines Tonbodens bei 2<sup>m</sup> Höhe ein, während die Böschung 2:3 bei 6<sup>m</sup> Höhe und 9<sup>m</sup> Breite abzugleiten beginnt, dann hat diese Tonart den hohen Zusammenhalt:

$$c = \frac{9 \cdot 2}{4 \cdot (6 - 2)} = \frac{9}{8},$$

für 1 m und  $\gamma$  als Einheit. Wiegt die Erde 1600 kg/cbm, so ist  $c = 1800 \text{ kg/qm}$ .

Die Zahl der reinen Reibung dieser Tonart ist  $\text{tg } \varphi = \frac{4}{9}$ .

Während die übliche Böschung 2:3 für kleinere Dämme und Einschnitte bis zur Höhe  $h = 6 \text{ m}$  hinreichend ist, erfordert beispielsweise ein 18<sup>m</sup> tiefer Einschnitt mindestens 1:2, wie man aus der Gleichung ersieht:

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{(h - l_0) \operatorname{ctg} \varphi}{h}; \operatorname{tg} \alpha = \frac{h \operatorname{tg} \varphi}{h - l_0}$$

Letztere Gleichung folgt aus Gl. 5) oder auch aus

$$\frac{1}{l_0} = \frac{\cos \varphi}{\sin(\alpha - \varphi)} \text{ durch Aufl\u00f6sung nach } \operatorname{ctg} \alpha \text{ oder } \operatorname{tg} \alpha.$$

Bei der Beurteilung der Eigenschaften und des Verhaltens der verschiedenen Erdarten nach den beiden Werten  $\varphi$  und  $c$  hat man zu beachten, da\u00df  $\varphi$  und  $c$  selbst ver\u00e4nderlich sind, namentlich mit dem Feuchtigkeitsgrade der Erde, und zwar schwanken sie bei verschiedenen Erdarten in ungleicher Weise unter dem Einflusse der Feuchtigkeit.

Feine, aus Wasser abgesetzte Lehme haben \u00e4u\u00dferst geringe Reibung  $\varphi$ , aber trockene oder schwach durchfeuchtete meist ein hohes  $c$ , sie sind also bei Ausschlufs st\u00e4rkerer Feuchtigkeit tragf\u00e4hig, bei N\u00e4sse ganz unzuverl\u00e4ssig.

### Anwendungen.

Wird die H\u00f6he  $l = \frac{4c \cdot \operatorname{tg} \varphi}{\gamma}$  der senkrecht abgrabbaren

Wand in die Gleichung des raschesten Wachsens der auf dem Zusammenhalte  $c$  beruhenden Kr\u00e4fte eingef\u00fchrt, so entsteht f\u00fcr  $\gamma = 1$ :

$$\varrho = \frac{1 \operatorname{ctg}^2 \varphi \operatorname{Sin}^2(\omega \operatorname{tg} \varphi)}{2} = \frac{1 \operatorname{ctg}^2 \varphi [\operatorname{Cos}^2(2\omega \operatorname{tg} \varphi) - 1]}{4}$$

$$\tau = \frac{1 \operatorname{ctg} \varphi \operatorname{Sin}(2\omega \operatorname{tg} \varphi)}{4}$$

$$\sigma - \varrho = \frac{1 \operatorname{Cos}(2\omega \operatorname{tg} \varphi)}{2}$$

$$\sigma + \varrho = \frac{1 [\operatorname{Cos}(2\omega \operatorname{tg} \varphi) - \cos^2 \varphi]}{2 \sin^2 \varphi}$$

F\u00fcr die Tragkraft  $p$  der wagerechten Erdoberfl\u00e4che folgen also die Gleichungen:

$$\text{Gl. 9) } p = \frac{\gamma l}{4} \left\{ \frac{\operatorname{Cos}(2\eta \operatorname{tg} \varphi) - \cos^2 \varphi}{\sin^2 \varphi} + \frac{\operatorname{Cos}(2\eta \operatorname{tg} \varphi)}{-\cos(2\eta)} \right\}$$

$$\operatorname{tg} 2\beta = \operatorname{ctg} \varphi \operatorname{Tang}(2\eta \operatorname{tg} \varphi)$$

$$\text{oder f\u00fcr } \eta = \frac{\pi}{2} + \beta; 2\eta = \pi + 2\beta$$

$$\operatorname{tg} 2\beta = \operatorname{ctg} \varphi \operatorname{Tang}[(\pi + 2\beta) \operatorname{tg} \varphi]$$

Die Tragkraft  $p$  steht bei gleichbleibender Reibung  $\varphi$  in geradem Verh\u00e4ltnisse zur lotrecht abgrabbaren H\u00f6he.

Bei fettem Lehme oder Tone stehe die lotrechte Wand 1 m hoch, w\u00e4hrend die B\u00f6schung 2:3 bei 2 m H\u00f6he rutsche,

$$\text{dann ist } \operatorname{tg} \varphi = \frac{(h - l_0)}{h} \operatorname{tg} \alpha = \frac{(2 - 1)}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{1}{3} \text{ und der}$$

genaue Wert ergibt sich, wie folgt:

$$\operatorname{tg} 2\beta = \operatorname{ctg} \varphi \operatorname{Tang}\left\{(\pi + 2\beta) \operatorname{tg} \varphi\right\} = 3 \operatorname{Tang} \frac{\pi + 2\beta}{3}$$

$= 2,69$ , also  $2\beta = 69^\circ 36,5'$ ;  $\varphi$  ist  $= 18^\circ 26'$ , also  $90^\circ - \varphi = 71^\circ 34'$ , also  $(90^\circ - \varphi) - 2\beta = 1^\circ 57,5'$ .

(Schlu\u00df folgt.)

Dieser Unterschied vermindert sich rasch mit wachsendem  $\varphi$ , da sich  $\operatorname{Tang}(2\eta \operatorname{tg} \varphi)$  dem Werte 1 n\u00e4hert.

F\u00fcr  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{3}$  ist der Klammerausdruck  $Z$

$$Z = \frac{\operatorname{Cos}(1,45216) - 0,900}{0,1000} + \frac{\operatorname{Cos}(1,45216)}{0,3487} = 19,99,$$

also betr\u00e4gt die Tragkraft  $p$  rund 5 l.

F\u00fcr  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{2}$ ,  $\varphi = 26^\circ 34'$ ,  $90^\circ - \varphi = 63^\circ 26'$  ist  $\operatorname{tg} 2\beta = 1,943$ ,  $2\beta = 62^\circ 46'$ ,

$$p = \operatorname{ctg} \varphi (26,32) = \frac{1}{4} 26,32 = 1.6,58.$$

F\u00fcr  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{2}{3}$ , den Regelfall weit verbreiteter Erdarten, ist:

$$90^\circ - \varphi = 56^\circ 20'; 2\beta = 56^\circ 6'$$

$$Z = 37,27 \text{ und daher } p = 9,3 l = 24,8 c.$$

F\u00fcr  $\operatorname{tg} \varphi = 0,75$ ,  $90^\circ - \varphi = 53^\circ 8'$  ist  $2\beta = 53^\circ 0'$ ,  $Z = 45,2$  und nach Gl. 4) und 9):

$$p = \frac{3c}{4} \left\{ 45,2 \right\} = \frac{\gamma l}{4} (45,2) = 11,3 \gamma l = 33,9 c.$$

F\u00fcr  $\operatorname{tg} \varphi = 0,9$  ergibt sich  $Z = 67,3$ ,  $p =$  rund  $60 c = 16,8 \gamma l$ .

F\u00fcr  $\operatorname{tg} \varphi = 1$  ist  $Z = 85$ ,  $p = 85 c = 21,25 \gamma l$ .

Die Eisenbahnschwelle, besonders die Holzschwelle \u00fcbertr\u00e4gt in Bezug auf ihren Querschnitt den auf ihr lastenden Schienendruck  $P$  zwangsweise nahezu gleichf\u00f6rmig, der Unterschied zwischen dem Kantendruck  $p$  und dem h\u00f6chsten Bettungsdruck in der Mitte des Querschnittes ist geringf\u00fcgig. F\u00fcr mittlere Bettung liegt  $\operatorname{tg} \varphi$  zwischen 0,75 und 1,  $c$  ist bei reiner Bettung vergleichsweise klein.

Ist  $c$  f\u00fcr  $\gamma = 1$  auf 1 qm auch nur 0,05, l\u00e4\u00dfst sich also die festgestopfte Bettung bei  $\operatorname{tg} \varphi = 0,75$  nach Gl. 8) nur auf

$$4 \frac{0,05}{1} \cdot \frac{3}{4} = 0,15 \text{ m lotrecht aufschichten, so betr\u00e4gt die}$$

aus diesem Zusammenhalte entspringende Tragkraft einer frei auf der Oberfl\u00e4che lagernden, also nur bis zur Unterkante verf\u00fcllten Holzschwelle von rund 1 qm Grundfl\u00e4che

$$p = \gamma 0,15 \cdot 11,3 = 1,695 \gamma,$$

also bei 1600 kg/cbm Gewicht

$$p = \text{rund } 2700 \text{ kg.}$$

F\u00fcr  $\operatorname{tg} \varphi = 0,9$  w\u00e4chst  $l$  auf 0,18 m und  $p$  auf rund 4800 kg, w\u00e4hrend f\u00fcr  $\operatorname{tg} \varphi = 1$ ,  $l = 0,2$  m,  $p = \gamma \cdot 0,2 \cdot 21,25 =$  rund 6800 kg betr\u00e4gt. W\u00e4chst  $\operatorname{tg} \varphi$  \u00fcber den Wert 1 hinaus, so nimmt die Tragkraft sehr rasch zu.

F\u00fcr  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{5}{4}$  ergeben sich beispielsweise die Zahlen

$$Z = 171,59 \text{ und daher } p = 214,36 c = 42,9 \gamma l.$$

Die h\u00f6chste Tragkraft haben die unreinen, bindenden Kieslagerungen, bei denen die freie lotrechte Wand und  $\varphi$  sehr gro\u00df ist.

## Schienenstühle auf kiefernen Schwellen.

E. C. W. van Dyk, Chefingenieur der niederländischen Zentral-Eisenbahn-Gesellschaft.

Bräuning\*) teilt mit, daß die niederländischen Stühle\*\*) den bei Köslin verlegten Stühlen entsprechen, die jedoch dem Verfasser nicht als Vorbild gedient haben. Die vom Verfasser entworfenen Stühle sind nach Versuchen mit gewöhnlichen englischen Stühlen für Doppelkopfschienen entstanden; um wieder Breitfußschienen verwenden zu können, sind dann Stühle entworfen, bei denen die Befestigungsschrauben für die Schienen erst von unten, dann von oben, schließlic von der Seite eingeführt wurden\*\*).

Bräuning ist mit der Wölbung der Kopffläche der niederländischen Stühle nicht einverstanden, da bei der Bauart von Köslin gegensätzlich Gewicht auf volle unbewegliche Lagerung der Schiene gelegt wurde. Die Gründe hierfür waren die folgenden.

1) Nach den sonstigen Erfahrungen wurden die vermehrten Kantenpressungen unter den wellenförmigen Bewegungen der voll gelagerten Schienen für unschädlich erachtet.

2) Die Befestigungsmittel der Schienen werden bei Wölbung der Kopffläche sehr starken Spannungen ausgesetzt, wenn sich die Schwelle durch Längsschübe im Gestänge schieft legt.

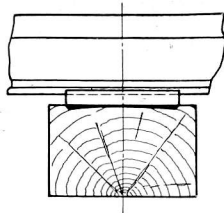
3) Bei den niederländischen Stühlen fehlen die Federringe, auf die bei den Stühlen von Köslin besonderer Wert gelegt wurde.

Der Verfasser bemerkt zu diesen drei Gründen Folgendes.

1) In den Niederlanden hat die Erfahrung gezeigt, daß die gewöhnliche Unterlegplatte mit vollem Schienenlager bei 80 cm Schwellenteilung oft eine gewölbte Einpressung des Holzes bewirkt, daß sogar die Oberfläche der Platte schließlic gewölbt wird. Textabb. 1 zeigt die Wirkung auf das Holz. Die Kantenpressungen bei wellenförmigen Bewegungen der Schiene spielen also eine nicht zu übersehende Rolle. Wenn nun statt gewöhnlicher Unterlegplatten mit Hakennägeln Stühle mit sehr großer Grundfläche von  $36 \times 17,5 = 630 \text{ cm}^2$  verwendet werden, die sehr kräftig mit der Schwelle verbunden sind, dann wird die Schwelle wohl bestrebt sein, zu kippen. In England, dem Vaterlande der Stuhlbefestigung, werden auch viel Stühle mit gewölbter Kopffläche verwendet. Auch Professor Skibinski\*\*\*) kommt auf gewölbte Stühle.

2) Schiefelage der Schwellen wird nicht weniger und nicht mehr eintreten, als bei den Stühlen von Bräuning, weil die Kopfflächen bei den niederländischen Stühlen in der Mitte

Abb. 1. Einpressung in der Schwelle bei gewöhnlicher Hakenplatte.



flach, und nur nach den Enden zu gewölbt sind, um Kantenpressung zu vermeiden.

3) Federringe an den Schwellenschrauben können zweckmäßig sein. Es ist aber die Frage, ob sie unbedingt nötig sind, wenn bei vollständiger Trennung der Verbindung der Schiene mit ihrer Unterlage und von der Unterlage mit der Schwelle vier kräftige Schwellenschrauben mit zweckmäßigem Gewinde verwendet werden und bei richtiger Vorbohrung. Verfasser meint, daß die niederländische Schwellenschraube (Textabb. 2) ein Gewinde hat (Textabb. 3), durch das die

Abb. 2. Niederländische Schwellenschraube, unteres Ende.

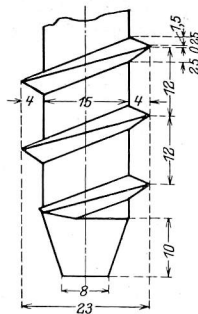


Abb. 3. Gewinde der niederländischen Schwellenschraube.

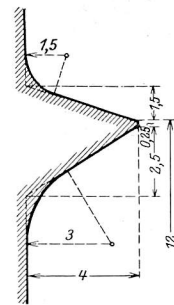
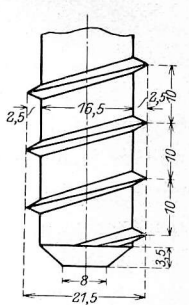


Abb. 4. Preussisch-hessische Schwellenschraube, unteres Ende.



Schraube auf die Dauer fester im Holze haften bleibt, als die preussisch-hessische Schwellenschraube (Textabb. 4). Außerdem ist die niederländische Schwellenschraube unten etwas scharf, die preussisch-hessische fast stumpf. Dieses scharfe Ende ist von großer Bedeutung und macht es möglich, die Vorbohrung für den 15 mm starken Schraubenkern 2,5 mm zu eng, also 12,5 mm weit zu machen, während die preussisch-hessischen Staatsbahnen nur 1 mm zu eng vorbohren. Bräuning sagt auch, daß diese Vorbohrung auf die Dauer für die kiefernen Bahnschwellen nicht zweckmäßig ist. Nach Ansicht des Verfassers können die preussisch-hessischen Schwellenschrauben noch viel verbessert werden.

Weiter verwenden wir für die Stühle Schwellenschrauben von 210 mm Länge, wovon 139 mm im Holz stecken. Bei den niederländischen Schwellenschrauben sind Federringe nach Ansicht des Verfassers nicht unbedingt nötig.

Das Verwenden von Federringen an den Schwellenschrauben hat auch eine Schattenseite. Die Spannkraft der Federringe geht auf die Dauer verloren, dann muß man sie im Betriebe auswechseln, wobei die Schwellenschrauben ganz los- und wieder eingedreht werden müssen, und dann nicht mehr so fest haften. Schließlic ist noch auf die Verwendung der hölzernen Füllringe um die Schwellenschrauben zu verweisen, womit man wagerechte Bewegungen der Stühle auf den Schwellen verhindert. Diese Füllringe sind sehr zu empfehlen.

## Berechnung der Stehbolzen.

Dr.-Ing. O. Prinz in Wien.

Berichtigung. In dem unter obiger Überschrift im Organ 1914, Seite 315 veröffentlichten Aufsatz ist auf Seite 317

rechts am Anfange der auf die Formelgruppe folgenden ersten Zeile der Buchstabe «e» zu streichen.

\*) Organ 1914, S. 130.

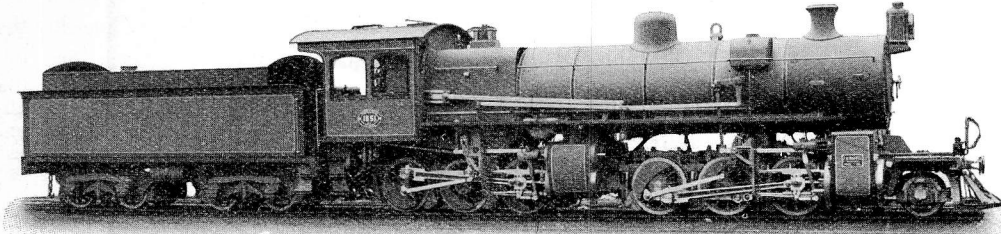
\*\*) Organ 1912, S. 416.

\*\*\*) Organ 1913, S. 27.

## 1C + C.IV.T.F.G - Lokomotive der südafrikanischen Eisenbahnen.

Zehn 1C + C.IV.T.F.G - Lokomotiven werden von J. A. Maffei in München abgeliefert. Die Bestellung dieser Lokomotiven bei einem deutschen Hause löste seinerzeit in der englischen Presse verschiedene Urteile aus. Da aber das Werk Maffei trotz dem Bezuge der Roh- und Hülfs-Stoffe aus England zu einem Stückpreise liefert, der den geringsten englischen um mehr als 20 000 M unterbietet, haben die südafrikanischen Bahnen ein für sie vorteilhaftes Geschäft gemacht.

Abb. 1



Die Lokomotiven (Textabb. 1) haben Barrenrahmen. Die beiden Gruppen sind durch ein Stahlgufsgelenk in der Mittellinie ohne weitere Sicherheitskuppelung verbunden. Der Kessel stützt sich mit einem Sattelstücke zwischen den Hochdruckzylindern auf den Hinterrahmen. Die Feuerbüchse ruht hinten auf einem Stehbleche, vorn auf einem Zwischenstücke aus Stahlgufs. Durch einen Stahlgufssattel zwischen der ersten und der zweiten Kuppelachse wird ein Teil des Kesselgewichtes auf das Vordergestell übertragen. Der Kessel ist mit einem Rauchröhrenüberhitzer von Schmidt versehen. Die Feuerbüchse nach Belpaire weist ein Feuergewölbe, Flammblech und doppelte Schiebetür auf. Da die südafrikanische Kohle sehr zum Schlacken neigt, ist ein Gliederrost verwendet, dessen Stäbe durch ein Gestänge von einem besondern Dampfzylinder bewegt werden können. So ist es möglich, die Schlacke während der Fahrt aufzubrechen und über einen Kipprost abzuschieben. Die Verbrennungsluft strömt durch einen rund 40 mm breiten Spalt zwischen dem Grundringe der Feuerbüchse und dem Aschenkasten zu. Letzterer hat keine Klappen, nur am Boden Schieber zum Entleeren.

Die Dampfverteilung besorgt an jedem Gestelle eine aufsen liegende Steuerung nach Heusinger mit Kolbenschiebern an den Hochdruck- und entlasteten Flachschiebern an den Niederdruck-Zylindern. Alle vier Zylinder haben mit Dampfdruck betätigte Reinigungshähne nach Hancock, die Hochdruckzylinder eine selbsttätige Vorrichtung zum Druckausgleiche. In der Frischdampfleitung sitzen Luftsaugventile. Zur Erzielung sehr großer Anfahrkräfte können alle Zylinder auf Vierlingswirkung geschaltet werden. Die von den Hochdruckzylindern zum Blasrohre führenden Hülfsauspuffrohre enthalten Rückschlagventile zur Vermeidung des Ansaugens von Flugasche aus der Rauchkammer. Das Blasrohr ist 128 mm weit und liegt mit seiner Öffnung 165 mm unter Kesselmitte.

Die Lokomotive ist mit einer Dampfremse ausgerüstet, und zwar sind je zwei Bremszylinder für das Hochdruck- und das Niederdruck-Gestell vorhanden. Gleichzeitig mit dem Dampfremseventile wird eine «Dreadnought»-Strahlpumpe von Gresham und Craven betätigt, die die Saugebremse an Tender und Zug bedient. Sechs Sandkästen versorgen das erste, vierte

und sechste Räderpaar mit Sand. Die Ausrüstung ist bis auf die elektrischen Wärmemesser von Siemens und Halske englischen Ursprungs, nämlich zwei selbstansaugende Strahlpumpen von Gresham und Craven, Sicherheitsventile nach Ramsbottom, Wasserstände von Dewrance, Heizeinrichtung von Laycock und ein Wasserstandzeiger am Tender nach Wittacker von Taite und Carlton. Geschwindigkeitsmesser sind nicht vorgesehen. Ferner wurden aus England be-

zogen die Rahmenplatten, Kesselbleche und -Niete, Kessel- und Zylinder-Verkleidung, Bronze für Stehbolzen, Stangen- und Achs-Lager, Kupferrohre, Stab- und Form-Eisen, Achsen und Radreifen, Puffer und Pufferfedern. Die Hauptabmessungen der Lokomotive und der zweiten etwas gröfsern Ausführung, die kürzlich von

den Nordbritischen Lokomotivwerken an die Bahn geliefert wurde, sind folgende.

	Erbauer . . .	Maffei	Nord Britisch
Durchmesser der Hochdruckzylinder d . . .	mm	419	457
» » Niederdruckzylinder d <sub>1</sub> . . .	»	660	727
Kolbenhub h . . . . .	»	610	660
Kesselüberdruck p . . . . .	at	14	14
Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	qm	12	—
» » Rohre . . . . .	»	166	—
» des Überhitzers . . . . .	»	43	54
Ganze Heizfläche H . . . . .	»	221	260
Rostfläche R . . . . .	»	3,72	3,95
Anzahl der Heizrohre . . . . .		151	—
» » Rauchrohre . . . . .		18	—
Länge der Rohre . . . . .	mm	5200	—
Laufgrad-Durchmesser . . . . .	»	724	—
Triebgrad-Durchmesser D . . . . .	»	1080	1156
Fester Achsstand . . . . .	»	2540	—
Ganzer » . . . . .	»	9962	—
Kleinster Bogenhalbmesser . . . . .	m	76	—
Spurweite . . . . .	mm	1067	1067
Höhe der Lokomotive . . . . .	»	3814	—
Breite » » . . . . .	»	3657	—
Länge » » . . . . .	»	12662	—
Leergewicht . . . . .	t	79	—
Dienstgewicht G . . . . .	»	86,5	95
Tender.			
Fassungsraum für Wasser . . . . .	cbm	19,25	—
» » Kohle . . . . .	t	10	—
Achszahl . . . . .		4	—
Ganzer Achsstand . . . . .	mm	5105	—
Leergewicht . . . . .	t	22,5	—
Dienstgewicht . . . . .	»	51,5	—
Achsstand von Lokomotive mit Tender . . . . .	mm	17963	—
$Z = 2 \cdot 0,75 \cdot p \cdot \frac{(d^{em})^2 h}{D} = . . . . .$	kg	20823	25040
H : R = . . . . .		59,4	65,8
H : G = . . . . .	qm/t	2,55	2,74
Z : H = . . . . .	kg/qm	94,2	96,3
Z : G = . . . . .	kg/t	240,7	263,6

## Nachruf.

### Adolf Martens †.

Am 24. Juli 1914 starb der Geheime Oberregierungsrat Professor Dr.-Ing. ehrenhalber Adolf Martens, Direktor des Königlichen Materialprüfungsamtes in Berlin-Groß-Lichterfelde, nach längerem Leiden im 65. Lebensjahre.

Als Sohn des Gutspächters Friedrich Martens in Bakendorf bei Hagenow in Mecklenburg am 6. März 1850 geboren und in ländlichen Verhältnissen aufgewachsen, studierte er, nachdem er die Realschule zu Schwerin besucht und zwei Jahre in einer Maschinenbauanstalt praktisch gearbeitet hatte, von 1868 bis 1871 das Maschinenbaufach an der damaligen Gewerbeakademie zu Berlin. Dann war er zunächst zehn Jahre lang als Brückenbauer und Abnahmeingenieur tätig, und zwar bis 1875 bei der Ostbahn in Bromberg, wo er an den Entwürfen für die großen Brücken über die Weichsel bei Thorn und über die Memel bei Tilsit arbeitete, von 1875 bis 1879 bei der Königlichen Kommission für die Bahn Berlin-Nordhausen-Wetzlar. Da Martens in diesen Stellungen auch die Herstellungsarbeiten für den eisernen Überbau der Brücken in den mit der Lieferung betrauten Bauanstalten zu Dortmund, Sterkrade und Oberhausen zu überwachen hatte, fand er frühzeitig Gelegenheit, sich mit der damals noch wenig entwickelten Prüfung der Baustoffe zu beschäftigen. Im Jahre 1878 veröffentlichte Martens einen Aufsatz über die Untersuchung des Eisens, der Vorschläge über die mikroskopische Prüfung von Bruchflächen und geätzten Schlifren enthält. Nachdem er 1879 den Staatsdienst verlassen hatte und an der Technischen Hochschule in Berlin Assistent von Fink und Consentius geworden war, wandte er sich eingehender der Prüfung der Baustoffe zu.

Inzwischen war in Berlin die Mechanisch-Technische Versuchsanstalt und die Prüfungstation für Baustoffe als Königlich Preussische Technische Versuchsanstalten vereinigt und der Technischen Hochschule angegliedert worden. Nachdem der erste Leiter dieser Anstalt, Professor Spangenberg, gestorben und die weitere Leitung vorläufig Dr. Böhme übertragen worden war, trat 1881 Martens an die Spitze der Anstalt; nach seiner gründlichen wissenschaftlichen und praktischen Tätigkeit auf diesem Gebiete wurde er als der geeignetste Mann angesehen. Als die unter Bauschinger's

Leitung gepflogenen Beratungen zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungsverfahren im Jahre 1895 zur Gründung des «Zwischenstaatlichen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik» geführt hatten, wurde Martens zum stellvertretenden Vorsitzenden dieses Verbandes gewählt. Ferner führte er den Vorsitz in dem im Jahre 1897 gegründeten «Deutschen Verbands für die Materialprüfungen der Technik».

Über Martens erfolgreiche Tätigkeit, über die von ihm ausgebildeten und verbesserten Prüf-Verfahren, Maschinen und Einrichtungen geben seine Berichte und Aufsätze in Fachzeitschriften, namentlich in den von ihm begründeten «Mitteilungen des Material-Prüfungsamtes» Auskunft. 1898 erschien sein «Handbuch der Materialkunde für den Maschinenbau», dem im Jahre 1912 der zusammen mit Professor Heyn bearbeitete zweite Teil folgte.

Neben den der Ausbildung wichtiger Einrichtungen und Verfahren gewidmeten Arbeiten lief die Tätigkeit Martens als Leiter der ihm unterstellten Versuchsanstalt, die außerdem seit 1892 mit einem Lehrstuhle an der Technischen Hochschule verbunden war. Aus dieser Tätigkeit ist insbesondere die Verlegung der nunmehr als «Königliches Materialprüfungsamt» bezeichneten Mechanisch-Technischen Versuchsanstalt nach Groß-Lichterfelde bei Berlin hervorzuheben.

Die umfangreiche und fruchtbare Arbeit, die Martens für Wissenschaft und Gewerbe geleistet hat, wurde durch viele Ehrungen anerkannt. 1889 erhielt er den Professortitel, 1905 verlieh ihm die Technische Hochschule in Dresden die Würde als Dr.-Ing. ehrenhalber, 1911 der Verein Deutscher Ingenieure die Grashof-Denk Münze. Ganz besonders wurde er dadurch geehrt, daß die Königliche Akademie der Wissenschaften ihn 1904 zu ihrem Mitgliede wählte; die preussische Staatsregierung ernannte ihn 1909 zum Geheimen Oberregierungsrate, auch wurde Martens durch hohe Orden des In- und Auslandes ausgezeichnet. Dabei blieb er immer der schlichte, zurückhaltende Mann.

Die Fachgenossen werden dem bedeutenden Ingenieur, dessen Tod einen schweren Verlust für die technische Wissenschaft und das Gewerbe bedeutet, ein ehrendes Andenken bewahren.

—k.

## Nachrichten von sonstigen Vereinigungen.

### Zwischenstaatlicher Verband für die Materialprüfungen der Technik.

Die VII. Sitzung des «Zwischenstaatlichen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik» wird vom 12. bis zum 17. August 1915, 30. Juli bis zum 4. August alten Stiles, unter dem Schutze des Kaisers von Rußland in St. Petersburg abgehalten werden\*).

Zugleich findet eine wissenschaftliche Ausstellung auf dem Gebiete der Stoffprüfung statt.

Die Sitzungen werden so verteilt sein, daß die Mitglieder einen Teil des Tages der Besichtigung der wichtigsten gewerblichen Anlagen, Unternehmungen und Sehenswürdigkeiten der

\*) Über die wahrscheinliche Verschiebung der Sitzung werden wir demnächst noch Mitteilung machen.

Stadt und ihrer Umgebung widmen können; ein Ruhetag ist für einen Ausflug nach Peterhof bestimmt.

Nach Schluß der Sitzung werden allgemeine Ausflüge von zwei- bis dreitägiger Dauer nach drei Richtungen, und zwar nach Warschau, nach Finnland und nach Moskau unternommen. Für die Mitglieder, die das Land und die Gewerbegebiete näher kennen lernen wollen, werden hierauf längere Ausflüge nach dem Süden und Osten Rußlands, nach dem Kaukasus, dem Ural, in die Krim und in das Becken des Don veranstaltet werden.

Der Ausschuss für die Vorbereitung ersucht, alle die Sitzung betreffenden Zuschriften an den Generalsekretär S. D. Karejscha, St. Petersburg 9, Perspektive Zabalkanski, Institut der Wegebau-Ingenieure, Kaiser Alexander I., zu richten. In den Räumen dieses Institutes wird die Sitzung abgehalten werden. —k.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

### Anlage zur Gewinnung von Sonnen-Arbeit.

(Engineering 1914, I, 27. März, S. 427.)

F. S h u m a n zu Manchester hat eine Anlage zur Erzeugung von niedrig gespanntem Dampfe aus Wasser durch die Sonne erbaut, die jetzt in Meadi nahe Kairo in Ägypten in Betrieb war. Mit 1 at gespannter Dampf ergab den größten Arbeitsgewinn für das angelegte Geld. Die von S h u m a n entworfene Niederdruckmaschine leistete 1 gebremste Pferdestärke bei 1,5 at Dampfdruck. Die Pumpe war eine hin- und hergehende, aber jede Pumpenart hätte angewendet werden können. Der Dampf wurde in fünf Fängern für Sonnenwärme erzeugt. Diese waren oben 4,06 m breite, 62,18 m lange parabolische Tröge, die die Sonnenstrahlen auf den im Brennpunkte schwingenden Kessel vereinigten. Die Wärmefänger wurden durch ein selbst-

tätiges Werk nach der Sonne gerichtet. Die Anlage in Meadi konnte durchschnittlich 50 gebremste Pferdestärken leisten. Die Spiegel mußten rein und staubfrei gehalten werden, was 0,17 M täglich kostete. Die Anlage in Meadi erzielte bei 60 M/t Kohlenpreis eine jährliche Ersparnis von 8400 M bei 16100 M Mehrkosten der Anlage gegenüber einer mit Kohle betriebenen, die Mehrkosten wurden also in zwei Jahren gedeckt.

B—s.

### Eisenbahnen in China.

(Engineer 1914, I, 24. April, S. 443. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 5 auf Tafel 41.

Abb. 5, Taf. 41 zeigt eine Übersicht der Eisenbahnen in China\*) in ihrem jetzigen Zustande.

B—s.

\*) Organ 1913, S. 335.

## O b e r b a u.

### Schienenstofsverbindung von Enax.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1914, Band 58, Nr. 6, 7. Februar, S. 216 Mit Abbildungen.)

Bei der patentamtlich geschützten Schienenstofsverbindung von Enax (Textabb. 1 bis 3) sind die Laschen so gestaltet,

Abb. 1 bis 3. Schienenstofsverbindung.

Abb. 1. Ansicht.

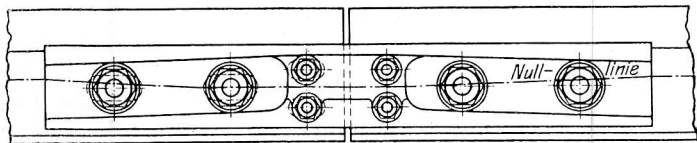


Abb. 2. Wagerechter Schnitt.

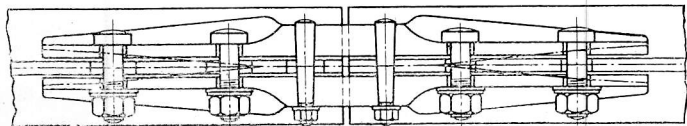
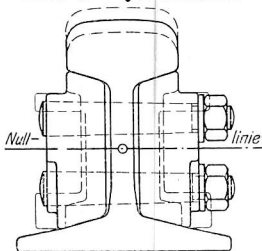


Abb. 3. Querschnitt.



dafs die Nulllinien der einzelnen Querschnitte in ungebrochenem parabolischem Linienzuge liegen, und dafs an der Stofsstelle die Nulllinie der Laschen zur Erreichung gleicher Zug- und Druck-Spannung in der halben Laschenhöhe liegt. Ausserdem sind die Laschen durch genau passende, kegelige Stifte zu einem starren Ganzen verbunden, dessen Schwerpunkt in der senkrechten Schwerachse der Schienen und in halber Laschenhöhe liegt. Die Querschnitte sind im Gleichgewichte. Auf diese Weise soll erreicht werden, dafs sich bei Beanspruchung der Stofsstelle Schienen und Laschen gemeinschaftlich in gleichem Sinne und Mafse durchbiegen, jede Störung und Lockerung der Stofsverbindung vermieden wird, und kein Höhenunterschied zwischen belasteter und unbelasteter Schiene entsteht. Der Querschnitt der Laschen an ihren Enden ist so gestaltet, dafs seine Nulllinie mit der der um die Hälfte der zulässigen Abnutzung abgefahrenen Schiene zusammenfällt.

Die gebohrten kegeligen Stiftlöcher werden mit Reibahlen so genau hergestellt, dafs der mit etwas Öl eingebrachte Stift fast luftdicht sitzt. Dadurch ist jedes Spiel der verbundenen Körper ausgeschlossen, die Stifte selbst sind vor Verschleifs, Eindringen von Wasser und Rostbildung geschützt. Bei elektrischen Bahnen bewirkt eine solche Stiftverbindung einen Stromschluß zwischen den Schienen, wie er selbst durch Verschweißen nicht besser erreicht werden kann.

Auf der Güterzugstrecke Dresden—Elsterwerda sind versuchsweise zwei, auf der Bergstrafsenstrecke der Strafsenbahn in Dresden sechs Stofsverbindungen von Enax eingebaut, die sich gut bewähren.

B—s.

### Federnde Leitschienenbefestigung von Shoffner.

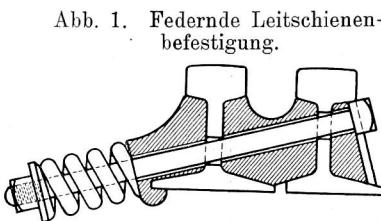
(Railway Age Gazette 1914, I, Band 56, Nr. 16, 17. April, S. 913. Mit Abbildungen.)

Auf der Norfolk- und West-Bahn ist seit fast fünf Jahren eine E. J. Shoffner zu Roanoke, Virginien, geschützte, federnde Befestigung der Leitschienen mit gutem Erfolge in

Gebrauch. Die Befestigung (Textabb. 1) besteht aus einem abwärts geneigten, durch Fahr-schiene, Leitschiene und Füllstücke gehenden Bolzen mit einer Feder am untern Ende. Wenn

ein Rad in die Spurrille einfährt und gegen den Flügel der Leitschiene drückt, wird der Stofs durch die Feder aufgezehrt, wodurch das Einschneiden und die Abnutzung der Leitschiene vermindert und das Verdrücken aus der richtigen Lage gegenüber dem Kreuzpunkte verhindert wird. Die Form des Füllstückes und die abwärts gerichtete Neigung des Bolzens verhüten, dafs die Leitschiene über der Fahrschiene steht. Das Zusammenziehen der Feder bringt die Leitschiene nach Durchfahrt des Rades in ihre richtige Lage zurück und wahrt dabei die richtige Rillenweite, während der Stofs auf den Kopf der Leitschiene durch die Form des Füllstückes auf den Fufs der Fahrschiene übertragen wird.

B—s.





## Bahnhöfe und deren Ausstattung.

### Wasserkran von Spitzner.

Hierzu Zeichnungen Abb 1 und 2 auf Tafel 43.

Unter den das Eisenbahnwesen betreffenden Gegenständen der Baufachausstellung in Leipzig 1913 befand sich ein beachtenswerter Wasserkran.

Der bei den österreichischen Staatsbahnen eingeführte Kran der Bauart Spitzner (Abb. 1 und 2, Taf. 43) für Rohrweiten von 125, 150, 200 und 250 mm mit beweglich an einer Kette aufgehängtem Ausleger bietet vor allem den Vorteil leichter Erreichbarkeit der Tenderfüllöffnung, unabhängig von der genauen Stellung der Lokomotive. Ferner ist Festfrieren des Auslegers ausgeschlossen, ebenso wie Umreißen der Kransäule durch eine vorbeifahrende Lokomotive bei unrichtiger Stellung des Auslegers. Letzterer ist in der Ruhelage gut gesichert, ein besonderer Fülltrichter ist auch bei tiefer Lage der Einfüllöffnung entbehrlich. Öffnung und Schluß des Absperrschiebers der Zufußleitung werden durch Anordnung von Links- und Rechts-Gewinde auf der Spindel beschleunigt. Die Bauart ist frei gegeben.

Die über einem viergleisigen Eisenbahneinschnitte nach einer neuen Bauweise\*) von Oberbaurat von Emperger in Eisenbeton unter Benutzung von Gußeisen errichtete Schwarzenbergbrücke wird an anderer Stelle besprochen.\*\*)

### Neues Empfangsgebäude auf dem Hauptbahnhofe in Darmstadt.

(Zentralblatt der Bauverwaltung 1914, Nr. 11, 7. Februar, S. 85 und Nr. 13, 14. Februar, S. 102. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 und 7 auf Tafel 43.

Das Empfangsgebäude (Abb. 6 und 7, Taf. 43) des am 1. Mai 1912 in Betrieb genommenen Hauptbahnhofes in Darmstadt ist an einem durch die schienenfreie Überführung der Rheinstraße und des Dornheimer Weges bedingten, etwa 6 m tiefen Geländeeinschnitte errichtet. In einheitlicher Baugruppe schließen sich südlich die Empfangsräume für Fürsten und das Amtsgebäude, nördlich das Postgebäude an.

Die 17 m breite, 39,1 m lange Eingangshalle ist von der Süd- und Ost-Seite zugänglich. Von der Eingangshalle führt ein 9,13 m breiter Durchgang, an dessen Ende die Sperre angeordnet ist, nach der 10 m breiten, 94 m langen Bahnsteigbrücke. In niedrigeren Bauteilen wird die Eingangshalle von der Fahrkartenausgabe, der Gepäck-Annahme und -Ausgabe, den Räumen für Handgepäck, Auskunft, Stadtgepäck und Bahnhofsdiener umschlossen. Gepäck-Annahme und -Ausgabe sind von außen leicht zugänglich. Vom Gepäckraum führt ein 3 m breiter Gepäcksteg über die Gleise hinweg, der durch Aufzüge mit den Gepäckbahnsteigen verbunden ist. Nördlich der Eingangshalle liegen die Wartehallen mit einseitig schiffartig angegliederten, niedrigen Räumen, das Speise- und Sonderzimmer, denen sich die Räume für den Wirtschaftsbetrieb anschließen. Rechts am Durchgange liegen Räume für Fahrpläne, Schaffner, Mädchenschutz, Obst- und Blumen-Verkauf und

\*) Vergl. Dr. F. von Emperger: Eine neue Verwendung des Gußeisens bei Säulen und Bogenbrücken. Berlin 1913, W. Ernst und Sohn.

\*\*\*) Organ 1913, S. 340.

öffentliche Fernsprechstellen, links Aborte und die Treppe nach den Bahnhofs-Dienstzimmern im Untergeschosse.

In einem sich nördlich an den Hauptbau anschließenden Bauteile befinden sich im Erdgeschosse die Bahnhofskasse, zwei Bahnmeistereien und ein Sitzungszimmer, im Obergeschosse Wohnungen für den Bahnhofsvorsteher und den Bahnhofswirt, im Dachgeschosse Räume für die Angestellten des Wirtes.

An einer großen Platzanlage mit Brunnen sind südlich an das Hauptgebäude die Empfangsräume für Fürsten angegliedert, von denen aus über eine besondere Treppe oder durch elektrischen Aufzug der Sonderbahnsteig, und über den mit dem Gepäckstege vereinigten Fürstensteig und Treppen die übrigen Bahnsteige erreichbar sind.

An der Bahnseite sind in den Untergeschossen Räume mit ausgiebiger Tagesbelichtung für Bahndienstzwecke, eine Badeanlage für Bahnbedienstete, die Sammelheizung, eine Wirtschaft für Bahnangestellte und eine öffentliche Wirtschaft mit Zugang vom Vorplatze untergebracht.

B—s.

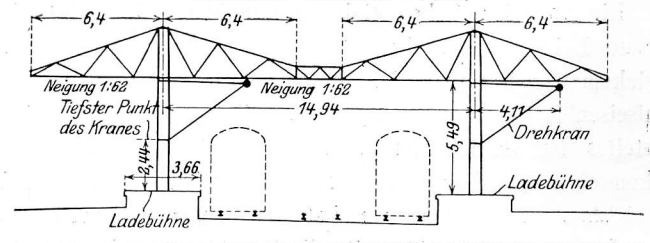
### Güterschuppen mit Kränen.

(Engineering News 1914, I, Band 71, Nr. 12, 19. März, S. 616. Mit Abbildungen.)

Die englische Lancashire- und Yorkshire-Bahn hat mehrere Güterschuppen mit elektrischen Laufkränen von 0,75 bis 1,5 t Tragfähigkeit ausgerüstet. Die Brücke besteht aus einem Paare wagerechter Fachwerkträger mit gleichlaufenden Gurten, die Katze läuft auf den Untergurten. In einem Speicher werden elektrische Rollkräne verwendet. Die Säule steht auf einem Gestelle mit auf einer einzigen Schiene im Fußboden laufenden Rädern, während der Kopf in Führungen auf den Trägern fährt; sie trägt einen drehbaren Ausleger.

Die südaustralischen Staatsbahnen rüsten die neuen Güterschuppen in Adelaide mit elektrischen Drehkränen von 1,5 t Tragfähigkeit aus. Textabb. 1 zeigt den Querschnitt eines

Abb. 1. Güterschuppen der südaustralischen Staatsbahnen in Adelaide. Maßstab 1:360.



182,88 m langen, dreigleisigen Versandschuppens mit Ladestraße auf jeder Seite. Jede Reihe von Kränen bedient ein Gleis und eine Ladestraße. Die Kräne haben 4,11 m Ausladung und sind in 24,38 m Teilung längs der Ladebühnen an den das Dach tragenden stählernen Säulen angebracht. Die Kransäule ist ein die Dachsäule einschließendes, rechteckiges, genietetes Gestell, das die Triebmaschine und das Zahnradwerk trägt, ihr tiefster Punkt liegt 2,44 m über der Ladebühne. Der Dachbinder des Schuppens ist von neuer Bauart.

Auf den Dampfschiff-Landestegen in Liverpool hat das Hafenamtsamt ungefähr 130 auf den Dächern der Schuppen an-

gebrachte Prefswasser-Laufkräne von 1,5 t Tragfähigkeit, 20 gleichartige elektrische Kräne, 40 Prefswasser-Wandkräne von 1 t Tragfähigkeit und zahlreiche Dampf- und Prefswasser-Kräne von 3 bis 100 t Tragfähigkeit, außerdem verschiedene Kohlenkräne. Die Dachkräne versperren den Raum an der Seite des Hafenbeckens nicht.

An den Hafenbecken in Manchester hat der Manchester-Schiffkanal 53 Prefswasser-, 64 Dampf- und 109 elektrische Kräne mit 4,88 bis 12,19 m Ausladung, 1 bis 10 t Hubkraft und 3,96 bis 15,24 m Höhe von Schienenoberkante. Auch ein Dampfkran von 30 t Tragfähigkeit und ein Schwimmkran von 250 t Tragfähigkeit und 6,4 m Hubhöhe sind vorhanden. Bei den elektrischen Kränen trägt der Wärter einen kleinen mit dem Krane durch ein leichtes Kabel verbundenen Steuer-schalter, so daß er an der Schiffsluke stehen und die Last im Auge behalten kann, während er die Hub-, Senk- und Dreh-Bewegungen regelt.

B—s.

#### Die Maschinen in der Schreinerei einer Eisenbahnwerkstätte.

(Verkehrstechnische Woche 1914, April, Nr. 28, Seite 450. Mit Abbildungen).

In dem Aufsatz werden die in einer größeren Eisenbahn-Werkstätte erforderlichen Maschinen für Holzbearbeitung und die Vorrichtungen und Verbesserungen beschrieben, wie sie in den letzten Jahren versucht und eingeführt sind. Im Anschlusse daran werden einige Hilfs- und Sonder-Maschinen erwähnt, deren Benutzung Vorteile bietet.

—k.

## Maschinen und Wagen.

### D + D. IV. T. I. — Schiebe-Tenderlokomotive der Bayerischen Staatsbahnen.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1914, März, Nr. 10, S. 398; The Locomotive 1914, Februar, Nr. 258, S. 45; Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1914, Januar, Nr. 3, S. 40; Annalen für Gewerbe und Bauwesen 1914, Mai, S. 190; Die Lokomotive 1914, Juni, Heft 6, S. 117. Mit Abbildungen.

Die von der Lokomotivbauanstalt Maffei in München gebaute Lokomotive ist die größte und leistungsfähigste Güterzuglokomotive Europas. Die Rahmen sind aus 30 mm starken Flusseisenblechen zusammengesetzt, die zweite Achse jedes Gestelles ist seitlich um 16 mm verschiebbar, so daß die Lokomotive Gleisbogen von 180 m Halbmesser reibungslos durchfährt. Der Überhitzer hat die Bauart Schmidt, die Dampfwärme erreicht 300° C; die Rauchkammer ist 2896 mm lang, das Blasrohr veränderlich. Alle Zylinder sind mit auf ihnen liegenden Kolbenschiebern, die Hochdruckschieber mit einfacher innerer, die Niederdruckschieber mit doppelter äußerer Einströmung versehen; die Steuerung hat die Bauart Heusinger. Die am hintern Ende mit einem walzenförmigen Drehgelenke versehene Verbinderleitung tritt mit ihrem vordern Ende in eine Stopfbüchse ein, um den nötigen Längenauszug zu sichern. Das Dampfausströmrohr ist mit Kugelgelenken dreh- und verschiebbar an die Niederdruckzylinder und an das Blasrohr angeschlossen. Bei jedem Gestelle wirken die Dampfkolben auf die dritte Achse. Beim Anfahren mit ganz ausgelegter Steuerung wird den Niederdruckschiebern durch

### Die Triebmaschinen der preufsisch-hessischen Staatsbahnen.

(Bericht über die Ergebnisse des Betriebes im Rechnungsjahre 1912.)

Zum Antriebe von Einrichtungen im Werkstätten- und Betriebs-Dienste werden neben den Dampfmaschinen in ausgedehntem Maße Triebmaschinen benutzt.

Vorhanden waren	Ende 1912	gegen 1911	
		mehr	weniger
1. Elektrische Triebmaschinen . . .	23402	4366	—
mit Strom aus eigenen Werken . . .	10109	3105	—
" " " fremden " . . .	13293	1261	—
2. Gas-Triebmaschinen . . . . .	227	—	9
mit Gas aus eigenen Werken . . .	103	—	3
" " " fremden " . . .	124	—	6
3. Petroleum-Triebmaschinen . . . .	59	—	12
4. Diesel-Triebmaschinen . . . . .	31	10	—
5. Spiritus-Triebmaschinen . . . . .	53	—	14
6. Benzin-Triebmaschinen . . . . .	174	11	—
7. Benzol-Triebmaschinen . . . . .	83	21	—
8. Kohlenwasserstoff-Triebmaschinen	208	34	—
9. Heißluft-Triebmaschinen . . . . .	3	—	—
Zusammen	24240	mehr	4407.

Von diesen Ende 1912 vorhandenen Triebmaschinen trieben 1148 Wellenleitungen, 1580 Pumpen, 5054 Werkzeugmaschinen, 2127 Kräne, 702 Aufzüge, 450 Drehscheiben, 424 Schiebebühnen, 9890 Stellwerke, 267 Hebeböcke, 403 elektrische Maschinen, 1283 Bläser und Sauger, 216 Fahrkartendruckmaschinen, 65 Druckerpressen, 83 Spille, 19 Dreh- und Klapp-Brücken, 31 elektrische Lokomotiven, 51 Förderanlagen, 63 Entstaubungs- und andere Reinigungs-Anlagen. Zu sonstigen Zwecken dienten 342, zur Aushilfe 42. —k.

Anfahrhähne selbsttätig Frischdampf zugeführt. Die Verstellung der Hoch- und Niederdruck-Steuerung erfolgt vom Führerstande aus gemeinsam mit Handrad und Schraube.

Die Lokomotive ist mit zwei nichtsaugenden Dampfstrahlpumpen, einer Hand-Spindelbremse sowie mit der selbsttätigen und der nicht selbsttätigen Westinghouse-Bremse ausgerüstet; alle Bremsen wirken auf alle Räder. Auf dem Langkessel befinden sich zwei Sandkästen, an der Rückseite des vollständig abgeschlossenen Führerhauses ist der Kohlenbehälter angeordnet.

Lokomotiven dieser Bauart tun Schiebedienst auf den Strecken Laufach-Heiligenbrücken der Linie Würzburg-Aschaffenburg, Probstzella-Steinbach und Rothenkirchen-Steinbach mit Steigungen von 20 und 25 ‰, auf denen Personenzüge mit 33 km/St befördert werden.

Durch Einführung dieser Lokomotive werden erhebliche Ersparnisse erzielt, weil viele Doppelbesetzungen im Schiebedienste fortfallen.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinderdurchmesser, Hochdruck d . . . . .	520 mm
» , Niederdruck d <sub>1</sub> . . . . .	800 »
Kolbenhub h . . . . .	640 »
Kesselüberdruck p . . . . .	15 at
Kesseldurchmesser . . . . .	1762 mm
Kesselmitte über Schienen-Oberkante . . . . .	2950 »

Heizrohre, Anzahl . . . . .	219 und 24
» , Länge . . . . .	5075 mm
Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	14,75 qm
» » Heizrohre . . . . .	214,86 »
» des Überhitzers . . . . .	55,39 »
» im Ganzen H . . . . .	285 »
Rostfläche R . . . . .	4,25 »
Triebraddurchmesser D . . . . .	1216 mm
Triebachslast $G_1$ . . . . .	122,5 t
Leergewicht . . . . .	97,5 »
Betriebsgewicht G . . . . .	122,5 »
Wasservorrat . . . . .	11 cbm
Kohlenvorrat . . . . .	4 t
Fester Achsstand . . . . .	4500 mm
Ganzer Achsstand . . . . .	12200 »
Länge . . . . .	17550 »
Zugkraft $Z = 2 \cdot 0,75 p \frac{(d^{cm})^2 h}{D} =$ . . . . .	32021 kg
Verhältnis H:R = . . . . .	67,1
» H:G <sub>1</sub> = H:G = . . . . .	2,33 qm/t
» Z:H = . . . . .	112,4 kg/qm
» Z:G <sub>1</sub> = Z:G = . . . . .	261,4 kg/t
	—k.

### Dampfspannungs-Zeichner, Indikator, von Lehmann, für Kolbenmaschinen jeder Art. \*)

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 und 7 auf Tafel 41.

Zu den in Abb. 6 und 7, Taf. 41 dargestellten Dampfspannungs-Zeichnern A und B sind die folgenden Einzelangaben zu machen:

Die Kolbenstange besteht aus einem Stücke, ist hohl und nirgend durch Anbohren geschwächt.

Der Kolben ist aus Stahl, gehärtet und geschliffen; er läßt sich durch Lösen einer Schraube sofort auswechseln.

Der Zylinder ist als Einsatzstück ausgebildet und ist ohne Weiteres für verschiedene Drucke auszuwechseln; auf Wunsch wird der Dampfmantel und der Trommelträger aus einem Stücke angefertigt, so daß die Auswechslung des Zylinders ohne Abnahme des Unterteiles vorgenommen werden kann.

Für Heißdampf- und Verbrennungskraftmaschinen wird der Zylinder aus Sondergufseisen hergestellt und während des Arbeitens geschmiert.

\*) Gesetzlich geschützt, hergestellt von der „Indikatoren Bauanstalt Lehmann und Michels“, G. m. b. H., Hamburg 35.

## Betrieb in technischer Beziehung.

### Eisenbahn-Fernsprecher.

Für den Fernsprech- oder Schreib-Verkehr zwischen einem Zuge und einer Station führt die «International Railophon Company» in London ein eigenartiges Verfahren ein. Die Verbindung wird durch den «Ätherraum» zwischen einer festen Grundleitung und einer Leitung am Zuge bewirkt. Erstere ist ein unterirdisches geschütztes Kabel, das in einigem Abstände neben dem Gleise herläuft, letztere eine große Drahtspule mit Rahmen, die ein Fahrzeug, am besten die Lokomotive, umgibt. Zwischen Zugleitung und Erdleitung besteht keine Verbindung.

Zum Fernsprechen und Senden hörbarer, sichtbarer, auch selbsttätiger Signale dient Einwellenstrom mit mittlerer Schwingungszahl. Dieser elektrische Erregerstrom bildet ein magnetisches Feld, das den Zug auf der ganzen Bahnlänge mit

Der Federträger und der Zylinderdeckel sind zu einem Drehteile vereinigt, daher ist die Kolbenstangenführung sehr genau.

Der Oberteil bewegt sich auf einem Kugeldrucklager; der Verschleiß ist, da gehärteter Stahl auf Stahl arbeitet, an dieser wichtigen Stelle aufgehoben\*).

Das Schreibgestänge ist gegabelt, in Stahlsäulen breit gelagert, alle beweglichen Teile sind gehärtet.

Die Befestigung des Schreibgestänges geschieht durch eine Stahlzwinge; durch Lösen dieser wird die Kolbenstange frei gegeben und kann sofort zur Reinigung herausgezogen werden. Der Schreibhebel kann durch Verschieben der Stahlzwinge auf jeden beliebigen Punkt der Papiertrommel eingestellt werden. Die Geradföhrung und das Verhältnis des Schreibstiftes zum Kolben sind theoretisch genau.

Die Feder ist ganz kühl gelagert; sie wird auf Zug beansprucht, ist doppelt gewunden, für die Genauigkeit ihres Maßstabes wird Gewähr geleistet.

Die einstellbare Hubbegrenzung der Kolbenstange schützt die Feder vor Überbeanspruchung.

Die Überwurfmutter, die den Oberteil mit dem Unterteile verbindet, ist besonders breit und mit Hartgummi gegen Wärme gesichert.

Die Schutzhülse verhindert jede Beschädigung des empfindlichen Schreibgestänges; sie läßt sich sofort entfernen\*\*).

Die Papiertrommel ist mit einer bewährten Anhaltevorrichtung mit Kugellager versehen.

Die Trommelfeder ist nicht eingelötet, sondern wird durch einen Drehschlitzverschluß festgehalten, ist also leicht auszuwechseln; sie ist stark und fast unverwüßlich, die Laufstellen der Trommel können während des Betriebes ohne Entfernung des Papierzylinders von einer Stelle aus geschmiert werden.

Die Schnurleitrollen haben einen großen Durchmesser, wodurch die Schnur geschont wird.

Der Oberteil mit Schreibgestänge kann ohne Lösen einer Befestigung herumgeschwenkt werden; dadurch wird das Aufziehen von neuem Papiere\*) erleichtert.

\*) Nur bei A, Abb. 6, Taf. 41.

einem «elektrischen Tunnel» umgibt. Dieser erzeugt in der Spule am Zuge einen erregten Strom, der durch Fernsprecher eine Nachricht oder durch einen «Detektor» ein Signal gibt.

Will man beispielsweise einem Zugführer mitteilen, daß er sich einem Fernsignal nähert, und will man im Führerhause die Stelle dieses Signales bekannt geben, so wird der «elektrische Tunnel» durch Unterbrechung des Erregerstromes auf der Strecke unmittelbar vor dem Signale, und dadurch die Wirkung des «Detektors» aufgehoben. Fährt der Zug hinter dem Fernsignale wieder in den «elektrischen Tunnel» ein, so tritt der «Detektor» selbsttätig wieder in Betrieb.

Textabb. 1 und 2 zeigt die Teile dieser Erfindung. In der Nähe des Fernsignales liegen unterirdische Drahtschleifen, durch die der Einwellenstrom fließt, wenn das Signal auf «Gefahr» steht. Jede Schleife steht in Verbindung mit einem Wechselstrom-

Abb. 1 und 2. Eisenbahn-Fernsprecher.  
Abb. 1. Anlage in der Station.

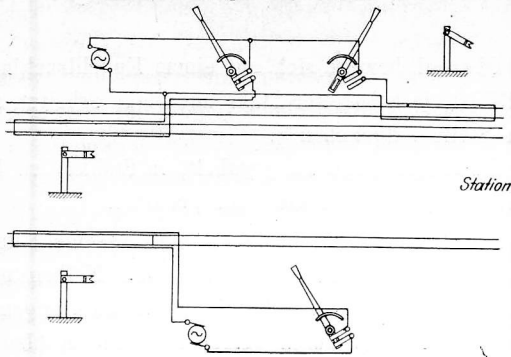
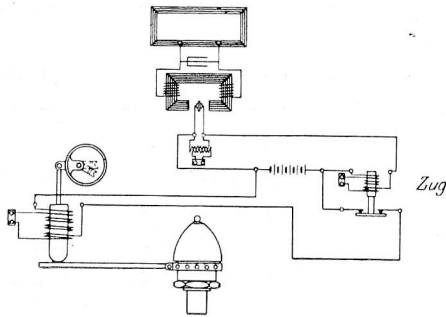


Abb. 2. Anlage im Zuge.



Erzeuger, der Stromkreis wird durch einen Schalter selbsttätig durch den Signalarm oder den Handhebel geschlossen. Grundleitung auf der ganzen Länge des Bahnkörpers ist hierbei nicht erforderlich.

Die Lokomotive trägt eine sie umschlingende Spule, die durch eine Vorrichtung zur Erhöhung der Spannung mit einem zweipoligen Schalter verbunden ist. In Grundstellung schließt dieser den Stromkreis einer galvanischen Zelle durch die Wicklungen eines Magnetschalters, dessen ausgezogener Anker den Kolben eines Solenoides am Herunterfallen hindert. Dieser setzt den Signalzeiger im Führerstand in Wirkung und läßt eine Dampfpeife oder Glocke ertönen. Die Zeit, in der beide Signale gegeben werden, wird selbsttätig auf einem laufenden Papierstreifen aufgeschrieben.

Mit der Vorrichtung kann man auch die selbsttätige Luftbremse in Tätigkeit setzen.

So lange der Bahnkörper frei ist, erhält der Zug überhaupt kein Signal; der Signalzeiger im Führerhause ist in England ein kleiner Flügel oder eine weiße oder grüne Scheibe. Ist die elektrische Ortzelle außer Betrieb, so nimmt der Flügel sofort die «Gefahr»-Stellung ein, oder die weiße oder grüne Scheibe wird durch eine rote ersetzt.

G—w.

**Winddruckmesser von Giefßen.**

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1914, Band 58, Nr. 21, 23. Mai, S. 836. Mit Abbildungen.)

Der Winddruckmesser von Giefßen besteht dem Grundgedanken nach aus einem am oberen Ende den Druckkörper tragenden Stabe, der in den vier Stützpunkten a, b, c, d (Textabb. 1 und 2) geringen Spielraum hat. Durch Anspannen gewisser, um die Stützpunkte angeordneter Federn (Textabb. 3 bis 5) kann man den durch die vom Winde am Druckkörper

Abb. 1 und 2. Anordnung des Winddruckmessers von Giefßen.  
Abb. 1.

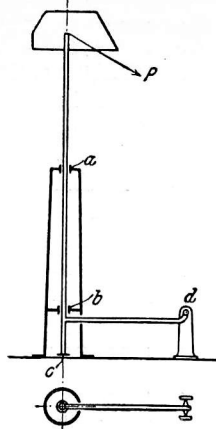


Abb. 2.

erzeugte Kraft P einseitig an die Lager gelegten Stab wieder in seine Mittellage bringen. Das Maß der Anspannung der Federn ergibt die in den Lagerstellen wirkenden Drücke, aus denen man die Kraft P nach Größe, Lage und Richtung bestimmen kann. Die Einrichtung zum selbständigen Anspannen der Federn und gleichzeitigen Aufzeichnen des Maßes der Federkräfte arbeitet wie folgt.

Wird der unter Einschaltung eines Hebels c (Textabb. 6)

Abb. 3 bis 5. Anordnung der Federn.  
Abb. 3.

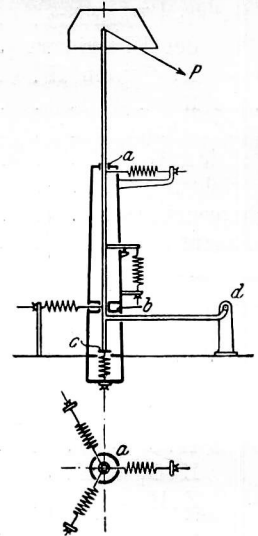


Abb. 4.

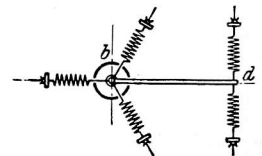
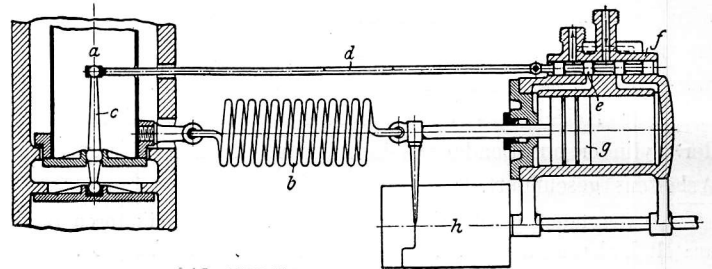


Abb. 5.

Abb. 6. Einrichtung zum Spannen der Federn.



durch eine Gelenkstange d mit dem Schieber e eines Steuergehäuses f verbundene, den Druckkörper tragende Stab a durch Winddruck aus seiner Mittellage nach links verschoben, so zieht er auch den Schieber aus seiner Mittelstellung nach links und läßt so lange Druckflüssigkeit auf die Kolbenstangen-seite des Prefswasserkolbens g treten, bis die zu spannende Feder b so weit gespannt ist, daß sie den Stab wieder nach der Mitte ziehen kann. Ist der Stab dort angekommen, so hat er gleichzeitig den Steuerschieber wieder auf Mitte gestellt, und die Feder wird nicht mehr weiter gespannt. Läßt die vom Winde erzeugte Kraft nach, so erhält die bis dahin mit der Stabkraft in Gleichgewicht gewesene Federspannung das Übergewicht und zieht den Stab nach rechts. Hierdurch wird aber der Schieber wieder so gestellt, daß so lange Druckflüssigkeit auf die andere Seite des Kolbens tritt, bis das Gleichgewicht zwischen Stabkraft und Federkraft wieder her-

gestellt ist. Die Größe der jeweiligen Federkraft wird durch das Schreibwerk h festgelegt.

Um den Druckmesser für alle Windrichtungen brauchbar zu machen, muß man um die Punkte a und b (Textabb. 3 bis 5) je drei Federspannvorrichtungen anordnen. Bei Anwendung von Spannvorrichtungen mit Gegenfedern genügen je zwei Spannvorrichtungen; bei dieser Bauart können die Spannvorrichtungen den Schwankungen des Windes schneller folgen.

Um zur Bestimmung der Mittelkraft des Winddruckes die zeitlich zusammengehörigen Federkräfte auf den Schaulinien zu finden, werden alle Schreibeinrichtungen gemeinsam mit gleichmäßigem Vorschube angetrieben; bei jeder Umdrehung der Schreibwalze wird außerdem ein Strich auf der Schaulinie verzeichnet, so daß die zusammengehörigen Teile der Schaulinien leicht zu erkennen sind.

Die Preßwasser-Spannvorrichtungen werden durch ein elektrisch angetriebenes Pumpwerk betätigt, das gepresste Flüssigkeit in einen Behälter schafft, von dem die einzelnen Spannvorrichtungen gespeist werden. Die von diesen verbrauchte Flüssigkeit fließt einem zweiten Behälter zu, aus dem sie die Pumpe wieder ansaugt. Eine selbsttätige Regelung läßt die Pumpe nur so viel fördern, wie zum Betriebe des Druckmessers nötig ist.

Mit dem Druckmesser können Messungen bis auf 1% Genauigkeit gemacht werden. Er ist in geeigneter Form auch zum Messen von Wasserwiderständen verwendbar. B—s.

### Neue Versuche mit der flammenlosen Oberflächenverbrennung an Dampfkesseln.

(Dobbelstein, „Stahl und Eisen“, 2. April 1914.)

Auf der Zeche Hannover in Westfalen sind neue Versuche mit flammenloser Verbrennung angestellt worden. Der 3 m weite, 1,24 m lange Versuchskessel für 12 at Überdruck hatte 110 Heizrohre, die nebst denen des angeschlossenen Vorwärmers mit der feuerfesten Masse von Schnabel-Bone gefüllt waren. Die Verbrennungsgase saugte ein Luftrad mit 27 PS durch die Kessel- und Vorwärm-Rohre. Das als Heizstoff verwendete Koksofengas hatte 4000 WE und war von Teer, Benzol und Ammoniak, aber nicht von Zyan und Schwefel befreit. Beim Betriebe war nach den ersten drei Wochen die körnige Masse in den besonders heißen, vorderen Rohrteilen des Kessels zerfallen und gesintert, während sich die Füllung der Vorwärmrohre durch die Niederschläge des Gases so verstopft hatte, daß das Luftrad nicht mehr genügend zog. Mit neuer Füllung erreichte man dann unter den regelmäßigen Versuchsbedingungen 53,8 bis 55,3 kg/qmSt Dampf. Dabei mußten mehrere nicht genügend heiße Rohre ausgeschaltet werden, so daß die Heizrohrfläche einmal 31,8, das anderemal 30,8 qm betrug. Diese vom englischen Vertreter des Professors Bone beanstandeten Versuche wurden, nachdem man neue Füllmasse aus England besorgt hatte, wiederholt, wobei Leistungen bis zu 66 kg/qmSt und ein Wirkungsgrad von 93,3%, bei Berücksichtigung des Arbeitsverbrauches des Lufttrades von 89% erreicht wurde. Die Dampfeuchtigkeit war mit 2,5% nicht zu groß. Die Ergebnisse der Versuche bleiben somit hinter den früher angegebenen Zahlen von

100 und 150 kg/qmSt erheblich zurück, würden aber immerhin gegenüber den alten Feuerungen einen Fortschritt bedeuten, wenn der Vorwärmer nicht schon nach zwei Wochen wieder verschmutzt gewesen wäre, so daß man die Anlage zum Reinigen stillsetzen mußte. Beim Öffnen des Vorwärmers fand man später die Kupferrohre durch die Schwefelverbindungen des Gases völlig zerfressen vor. Man ersetzte sie daher durch fluseiserne und ließ diese beim nächsten Versuche ganz ohne Füllung, wodurch der Vorwärmer überraschender Weise an Wirksamkeit nichts einbüßte, andererseits der Luftzug sehr verbessert wurde. Als Ergebnis aller Versuche ist festgestellt worden, daß mit Koksofengas bei dem üblichen Drucke von 100 mm Wasser nicht mehr als 60 kg/qmSt Dampf mit dem Schnabel-Bone-Kessel zu erreichen sein wird. Nach einem Vorschlage der Versuchsleitung soll die formlose feuerfeste Füllmasse durch passende Formstücke aus demselben Stoffe ersetzt werden, die besser in die Rohre eingebracht werden können, das lästige Stochern in den Rohren unnötig machen, und die Zugverhältnisse verbessern sollen.

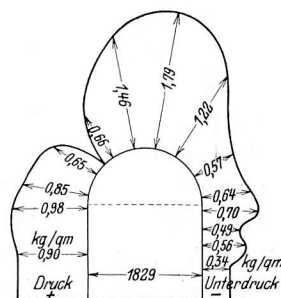
Mit solchen Formstücken hat nun die Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft einen für Teerölfeuerung bestimmten, 1,3 m weiten, 1,7 m langen Schnabel-Bone-Kessel für 12 at Überdruck mit 12 qm Heizfläche ausgestattet. Das Öl wurde, auf 90° erwärmt, unter dem Drucke eines Hochbehälters zu den drei Düsen der Verbrennungskammer vor dem Kessel geleitet und durch den Zug des Luftrades zerstäubt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind bis 126 kg/qmSt Dampf erheblich günstiger ausgefallen. Durchschnittlich sind mit Teeröl bei angestrenghem Betriebe 120 kg/qmSt zu erreichen. Doch erscheint der Kessel in seiner jetzigen Form noch nicht betriebsicher genug, da er stark leckt. Man beabsichtigt, die Bauart mit den zahlreichen Rohren und empfindlichen Walzstellen aufzugeben, und den Kessel mit einem seitlichen Flammrohre auszuführen, das vorn die Verbrennungskammer enthält und hinten mit feuerfester Masse gefüllt ist. G—ck.

### Winddruck an Gebäuden.

(Engineering Record, Januar 1914, Nr. 2, S. 45. Mit Abbildung.)

Versuche an einem Gebäude mit halbrund gewölbtem Blechdache von 1830 mm Breite und 3050 mm Länge haben gezeigt, daß die üblichen Belastungsannahmen der Wirklichkeit wenig nahe kommen. Das Dach ruhte auf 1525 mm hohen Seitenwänden und wurde nach jedem Versuche um 152 mm abgesenkt. In der mittlern Querschnittsebene wurden über den Umfang des Gebäudes im Abstände von 305 mm kleine

Öffnungen gebohrt, die durch Glasrohrleitungen mit je einem Winddruckmesser in Verbindung standen. Die Meßgeräte waren auf gemeinsamem Gestelle übersichtlich angeordnet, der Stand der Flüssigkeitsäulen wurde bei jedem Versuche im Lichtbilde festgehalten. Der Wind entströmte einer im Abstände von 9,14 m vom Versuchshause aufgestellten



Blasdüse, die genaue Regelung und Messung gestattete. Die Schaulinien nach Textabb. 1 geben die am Gebäude auftretenden Drucke und Unterdrucke als Durchschnittswerte der Versuche. Die Stelle, bei der die Spannung wechselt, liegt um 25 bis 50°, im Mittel um 45° vor der durch die Firstlinie gehenden senkrechten Ebene.

A. Z.

### Zugabstanduhren.

Kohlfürst zu Kaplitz.

(Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen 1914, Heft 9, 24. März, S. 169. Mit Abbildungen.)

Zugabstanduhren nach der Bauart von Dallett werden auf der Metropolitan- und Zentral-Bahn in London bereits seit einiger Zeit mit Erfolg verwendet und auf verschiedenen Strecken der Distrikt-Bahn eingeführt. Sie zeigen dem Zugführer den Vorsprung an, mit dem der vorausgehende Zug den Abschnitt verlassen hat. Der Folgezug kann dann bei nur geringem Abstände von dem vorausgegangenen seine Abfahrt von der Haltestelle, sowie seine Fahrt überhaupt zweckdienlich verzögern und braucht vor der nächsten Blockstelle nicht wegen überflüssig beschleunigter Fahrt anzuhalten, was den Fahrgästen eine unangenehme Geduldsprobe und dem Betriebe eine abnutzende Inanspruchnahme der Bremsen und Räder sowie einen Mehraufwand an Strom für die Wiederbeschleunigung des Zuges auferlegt. Die Zugabstanduhren erhalten ihren Platz in der Regel am Abfahrende der Haltestellen, kommen also in Tunnel-Haltestellen immer an die Endkopfmauer, wogegen auf offenen Strecken besonders die Signalbuden eine zweckmäßige Stelle darbieten. Die Inneneinrichtung besteht im Wesentlichen aus einem elektrischen Pendel, das das Hauptrad eines Uhrwerkes antreibt, dessen Abschluss das Minutenrad bildet. Auf der Achse dieses Rades sitzt lose der durch eine zarte Kuppelung nur in der regelrechten Laufrichtung mitgenommene Zeiger, der vor dem in zwölf je einer Minute entsprechende Felder geteilten und demgemäß mit den Zahlen von I bis XII beschriebenen Zifferblatte läuft. Der größte Weg des Zeigers reicht jedoch für jeden Fall nur von 0 bis 11,5 Minuten, weil er in dieser äußersten Stellung durch einen Anschlagstift am weitem Laufe verhindert wird, während das Uhrwerk selbst, von diesem Stillstande des Zeigers nicht beeinflusst, seinen Gang fortsetzt. Auf der Lagerhülse des Zeigers ist eine feine, ein Hängegewicht tragende Schnur in dem Sinne aufgewickelt, daß dieses Gewicht bei Drehung des Zeigers in regelrechter Richtung gehoben wird.

Nahe der Uhr befindet sich neben dem Fahrgeleise ein als Radtaster angeordneter Strecken-Stromschalter, durch dessen Betätigung durch die Räder eines durchfahrenden Zuges ein Stromspeicher im Sockel des Uhrgehäuses geschlossen wird, in dessen Stromkreis ein an der Uhr angebrachtes Solenoid eingeschaltet ist. Der Anker des letztern löst in diesem Falle die Kuppelung zwischen Zeiger und Minutenradachse, so daß ersterer durch das frei werdende Hängegewicht zurückgedreht wird, bis ihn der oben erwähnte Anhaltstift in der Nullstellung aufhält. Erst wenn alle Räder des Zuges über den Strecken-Stromschliesser hinweggefahren sind, hört der Ent-

kuppelstrom auf, so daß der Zeiger, vom Uhrwerke wieder mitgenommen, die nach dem Befahren des Radtasters verfließende Zeit bis zu der Grenze von 11,5 Minuten anzeigt.

Das Zifferblatt ist zur leichtern Überwachung dem senkrechten Durchmesser nach gespalten, jede Hälfte mit dem untern Ende auf einem Zapfen drehbar. Beide Teile können also einzeln oder gleichzeitig verschoben werden und Einsicht ins Innere des Werkes gestatten, ohne daß der Zeiger abgenommen zu werden braucht.

Den Hauptteil der Uhr bildet ein aus vernickeltem Stahle hergestelltes Sekundenpendel. Das obere Ende des stabförmigen Pendels hängt an dem Ausleger des gußeisernen Uhrgestelles, während sein unterer Teil einen kantförmigen, der Länge nach offenen, schlitzartigen Rahmen bildet, der unten als Polschuh endigt. In diesen Pendelrahmen sind zwei Rollenzapfen überquer eingesetzt, von denen der untere beim Ausschwingen einen nur einseitig ansprechenden, bei den Rückschwingungen des Pendels also unwirksam bleibenden Federanschlag betätigt, der den Stromkreis des zur Berichtigung der Pendelbewegung dienenden, links am Uhrgestelle befestigten Elektromagneten schließt. Der obere Rollenzapfen gelangt bei jeder Pendelschwingung unter den Daumen eines Drehhebels, der dadurch etwas gehoben wird und diese Bewegung durch einen zweiten, aufwärts reichenden Hebel auf derselben Drehachse mit einer angelenkten Schieberklaue auf ein Steigrad überträgt, das 30 Zähne hat, also in einer halben Minute eine Umdrehung macht. Die weitere Bewegungsübertragung von der Achse des Steigrades auf die Zeigerachse geschieht je nach Bedarf durch Getriebe und Vorgelege.

Wenn Zugabstanduhren in eine elektrische Uhranlage der Bahn einbezogen sind, haben sie als gleichlaufende Nebenuhren kein Pendelwerk, sondern nur ein Steigrad, das durch einen örtlichen Elektromagneten nach Maßgabe der durch eine Anschlagvorrichtung der Hauptuhr von dieser entsendeten Ströme Schritt für Schritt angetrieben wird. Bei den Hauptuhren gleitet auf dem Rande des 30-zähligen Steigrades der von einer Feder leicht angedrückte Arm eines Stromschliessers, der an zwei gegenüber liegenden Stellen des Steigrades, am 15. und 30. Zahne, wo der Ausschnitt tiefer ist, als bei den anderen Zähnen, etwas niederkippt und den Anschlag in der Nebenuhrleitung trifft. Dadurch gelangt alle 15 Sekunden Strom in die Antriebselektromagnete der in beliebiger Zahl in Reihe geschalteten Nebenuhren.

Auf den Bahnen in London sind auch Uhren als Zugabstandzeiger und als Überwachungsvorrichtungen derart verbunden, daß die Überwachungsuhr dauernd feststellt und aufschreibt, in welchen Zeiträumen die zugehörige Zugabstanduhr, oder der zu dieser gehörige Strecken-Stromschalter betätigt wird. Die Schreibwerke sind, wie die Zugabstanduhren, als Hauptuhren mit elektrischem Pendelwerke, oder als gleichlaufende Nebenuhren nur mit elektromagnetischem Antriebe ausgeführt und bewegen eine Achse, die stündlich eine volle Umdrehung macht. Auf dieser Achse sitzt eine Scheibe, deren Vorderseite mit Klemmfedern ausgestattet ist, um ein täglich zu erneuerndes Papierblatt von der Größe der Scheibe an dieser

befestigen zu können. Dieses Papierblatt ist in gleicher Teilung mit 24 gleichmittigen Kreisen bedruckt, die durch Halbmesser in 60 gleiche Teile geteilt sind; die Kreise stellen die Tagesstunden, die Teile die Minuten dar. Das die Vormerkungen bewirkende Schreibzeug vor dem Papierblatte besteht aus einem Elektromagneten und einem Schreibstifte, der mit ersterm gemeinsam auf einem Schlitten vor der Scheibe wagerecht entlang geführt wird. Diese Schlittenbewegung geschieht durch Drehung einer Schraubenspinde, die von der Hauptspindel der Uhr derart angetrieben wird, daß der Schreibstift stündlich um den Abstand zweier Kreise seitlich

weiterrückt. Sooft der Schreibeletromagnet erregt wird, stößt sein Anker den Schreibstift gegen das Papier und bringt auf diesem ein Zeichen hervor.

Mehrfach hat man auch versucht, zur Regelung der Zugfolge Zugabstanduhren mit dem selbsttätigen, als Zugdeckungssignal dienenden Ausfahrtsignale derselben Haltestelle in der Weise durch Zustimmungsanschläge in Abhängigkeit zu bringen, daß das Streckensignal, selbst wenn sich in dem gedeckten Abschnitte kein Zug mehr befindet, die «Fahrt»-Stellung nicht annehmen kann, bevor nach Abgang des letzten Zuges die fahrplanmäßige Frist tatsächlich abgelaufen ist. B—s.

## Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

### Blocksicherung für elektrische Bahnen.

D. R. P. 265899. R. Tobias in Berlin-Treptow.

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 bis 5 auf Tafel 43.

Bei dieser Blocksicherung soll die zu deckende Strecke selbsttätig gegen Einfahren eines Zuges dadurch gesichert werden, daß eine dem zu sichernden Abschnitte vorgelagerte Stromschlußschiene während der Deckung dieses Abschnittes durch eine Schaltvorrichtung mit der Rückleitung verbunden wird, und so den Betriebsstrom eines sie überfahrenden Wagens kurzschließt.

Nach Abb. 3, Taf. 43 ist die Strecke durch die Signale a, b, c in Abschnitte a b, b c, c d geteilt. Am Anfange jedes Abschnittes befindet sich ein Schalter d, e oder f, der von einem darüberfahrenden Zuge umgelegt wird und in dieser Stellung so lange verriegelt bleibt, bis der Zug den nächsten Schalter umlegt. Hierbei wird er von diesem durch eine entsprechende Verbindung entriegelt und wieder geöffnet. Am Anfange der Abschnitte liegen ferner neben dem Fahrdrathe g Stromschlußschiene i, k, l, von denen jede stets mit dem Schalter eines in der Zugrichtung nachfolgenden Blockabschnittes durch eine Leitung s so verbunden ist, daß sie durch Umlegen des Schalters an die Rückleitung h geschaltet wird.

Beim Einfahren in den Abschnitt b c legt der Zug den Schalter e um (Abb. 3, Taf. 43) und verbindet dadurch die Schiene i mit der Rückleitung. Ein nachfolgender Zug, der versuchen würde, in den Abschnitt a b einzufahren, würde durch seinen Stromabnehmer zwischen der Schiene i und dem Fahrdrathe Kurzschluß herstellen und dadurch den Fahrdrath stromlos machen. Der Abschnitt a b wird erst wieder freigegeben, wenn der zu deckende Zug den Schalter überfährt und dadurch den Schalter e entriegelt.

Abb. 4 und 5, Taf. 43 zeigen eine Vorrichtung zum Einschalten der Sicherungs-Stromschließer. Ein mit der Rückleitung h in Verbindung stehender Hebel n wird durch den darüber fahrenden Zug entgegen der Wirkung der Feder o so geschwenkt, daß er den Stromschluß bei r bewirkt und dadurch die von diesem Stromschließer zum Sicherungs-Stromschließer führende Leitung s mit der Rückleitung verbindet. Das Schwenken des Hebels n kann in der Weise geschehen, daß ein mit ihm verbundener Hebel m durch das Auflaufen der Radkränze des Zuges heruntergedrückt wird (Abb. 5, Taf. 43). In dieser Einschalt-Stellung wird der Hebel n durch einen einspringenden Federriegel p festgehalten, der wieder zurückgezogen wird und den Hebel n in die Ausschaltstellung zurückschwingen läßt (Abb. 4, Taf. 43), wenn der Zug den nächsten Schalter einschaltet. Zum Zurückziehen des Riegels kann ein Drahtzug q oder ein von dem nächsten Schalter aus eingeschaltetes Solenoid dienen.

Man kann auch bei als Schienenstromschließer ausge-

bildeten Schaltern den Sicherungs-Stromschließer in den Schalter hineinverlegen, so daß der Kurzschluß beim Einfahren in eine gesicherte Strecke nicht durch den Stromabnehmer, sondern durch einen besonderen Stromschließer des Hebels n beim Herunterdrücken des Hebels m erfolgt. G.

### Hauptleitungsauslaß als Bremsbeschleuniger.

D. R. P. 273853. H. Tiede in Belgien, Mark.

Hierzu Zeichnung Abb. 4 auf Tafel 41.

Die Arbeitskammern der Steuerkolben der Leitungsauslässe sind bei dieser Einrichtung an eine Nebenleitung angeschlossen, die mit dem Hauptluftbehälter oder mit der Außenluft verbunden werden kann. Dem Drucke in der Arbeitskammer wirkt eine Feder entgegen, die den durch Druckeinführung in die Nebenleitung in die Bremsstellung gebrachten Steuerkolben in die Ruhelage zurückführt, sobald der Druck in der Arbeitskammer verschwindet. Durch die geringere Weite der ohne Hahn bis zum Zugende geführten und hier mit einer Kappe abgeschlossenen Nebenleitung wird schnellere Öffnung der Leitungsauslässe vom Hinterende des Zuges aus bewirkt.

Die Lokomotive 1 (Abb. 4, Taf. 41) ist mit den Wagen 2 und 3 gekuppelt. 4 bezeichnet den Preßluftbehälter, 5 die Hauptleitung und 6 die Nebenleitung. Von der Hauptleitung führen die Röhre 7 zu der nicht gezeichneten Bremsvorrichtung, die durch Öffnen von an die Hauptleitung 5 angeschlossenen Auslässen 8 zur Wirkung kommt. Das Öffnen dieser Auslässe 8 erfolgt durch die Kolbenstangen 10 an den Ventilstangen 9, die mit den in den Zylindern 12 verschiebbaren und durch Federn 13 beeinflussten Steuerkolben 11 verbunden sind. Gegen die andere Seite der Kolben 11, dem Drucke der Feder entgegen, wirkt die in die Arbeitskammer des Zylinders 12 von der Nebenleitung 6 her eintretende Preßluft.

Auf der Lokomotive ist ein durch Rohr 14 mit der Nebenleitung 6 verbundener Zylinder 15 nebst federbelastetem Kolben 17 zur Überwachung des Abschlußventiles 16 zwischen Hauptleitung 5 und Preßluftbehälter angeordnet. Vom Behälter 4 aus kann der Lokomotivführer durch den Hahn 18 Preßluft in die Nebenleitung 6 übertreten lassen. Der Hahn 18 kann als Dreiweghahn ausgebildet sein, daß durch ihn die Preßluft aus der Nebenleitung 6 durch den Auspuff 19 entweichen kann.

Zwecks Einleitung der Bremsung vom Führerstande aus läßt der Lokomotivführer Preßluft aus dem Behälter 4 über den Dreiweghahn 18 in die Nebenleitung 6 eintreten. Die von hier aus in die Arbeitskammern der Zylinder 12 überströmende Luft steuert die Kolben 11 gegen die Federn 13 um, wodurch die Leitungsauslässe 8, 9 geöffnet werden. Durch die hierdurch eintretende Druckminderung in der Hauptleitung werden die Bremsen angelegt. Gleichzeitig hat die aus der Nebenleitung 6 durch Rohr 14 in die Arbeitskammer des

Zylinders 15 auf der Lokomotive eintretende Prefsluft den federbelasteten Kolben 17 umgesteuert, wodurch das Ventil 16 zwischen Luftbehälter 4 und Hauptleitung geschlossen wird.

Wird nach eingetretener Bremsung die Nebenleitung 6 mit dem Dreiweghahne 18, 19 entlüftet, so steuern alle Kolben unter Wirkung der Federn 13 um. Dadurch werden die Leitungsauslässe 8, 9 an den Wagen geschlossen, das Abschlusventil 16 auf der Lokomotive dagegen geöffnet, so daß die Hauptleitung 5 aus dem Behälter 4 nachgespeist wird.

Der Bremsvorgang bei Benutzung eines der Notbremsventile 21 in den Wagen ist folgender. Nach Öffnen eines Notventiles 21 tritt Prefsluft durch das mit der Hauptleitung 5 verbundene Rohr 22 durch Rohr 23 in die Nebenleitung 6, und bewirkt dadurch ebenso die Umsteuerung der Kolben 11, das Öffnen der Auslässe 8, 9 und somit durch Entlüftung der Hauptleitung das Anlegen der Bremsen. Die Entlüftung der Nebenleitung 6 nach der Bremsung durch ein Notventil 21 muß durch den Lokomotivführer mit dem Dreiweghahne 18 erfolgen.

Damit die Nebenleitung 6 bei beginnender Entlüftung der Hauptleitung 5 nicht unbeabsichtigt und vor vollendeter Bremsung bei anhaltender Öffnung eines Notventiles 21 durch Rücktritt der Prefsluft in die Hauptleitung ebenfalls entlüftet wird, liegen in den Rohren 23 die Rückschlagventile 24. G.

### Lokomotivhohlachse.

D. R. P. 271256. Orenstein und Koppel, A. Koppel, A.-G. in Nowawes.

Um bei Lokomotivhohlachsen mit Einstellbarkeit in wagrechter Ebene die senkrechte Beweglichkeit zwischen Kern- und Hohl-Achse aufzuheben, sind besondere Teile nicht innerhalb, sondern außerhalb der Hohlachse angeordnet. Sie bestehen aus einem über der Hohlachse angeordneten Querträger, der durch Stützen mit der Kern- und der Hohl-Achse verbunden ist. B—n.

### Eisenbahnwagenkuppelung.

D. R. P. 270763. The National Malleable Castings Co. in Cleveland.

Bei Kuppelungen, bei denen ein mit dem hintern Ende des Kuppelschaftes zwangläufig verbundener Schwanzbolzen zur Übertragung der Zugkräfte und zur Verbindung der Kuppelung mit dem Federgehäuse dient, bietet es Schwierigkeiten, den Schwanzbolzen anzubringen, da er längs durch das vordere Ende des Kuppelkopfes hindurchgesteckt werden muß, und die darin befindliche Höhlung besonders am vordern Ende durch angegossene Teile so verbaut ist, daß es nötig wird, den Kopf des Bolzens zu verkleinern. Die geschützte Kuppelung hat einen durchbohrten Schäkel, gegen den sich der Kopf des Schwanzbolzens stützt, und der die Verbindung mit dem Kuppelschafte mit einem durch ihn und den Kuppelschafte hindurchreichenden Zapfen vermittelt. B—n.

## Bücherbesprechungen.

**Über die Kulissensteuerung der Walzenzugmaschine.** Von Dr.-Ing. W. Jung, Dipl.-Ing. und staatlich geprüftem Bauführer. B. G. Teubner, Leipzig 1913.

Die Schrift ist aus einer sehr günstig beurteilten Dr.-Ing.-Arbeit bei der Technischen Hochschule in Aachen hervorgegangen. Auf die wegen zahlreicher und rascher Umsteuerungen schwerer Massen bei den Walzenzügen mit Umkehr besonders Bezug nehmend, zeigt die Schrift zunächst einen rein rechnerischen Weg der genauen Bestimmung der Beschleunigungen und Kräfte der Stephenson-Steuerung, als der an Gliederzahl einfachsten, zugleich aber auch, daß dieser Weg sehr mühsam und zeitraubend ist. Das Hauptgewicht der Arbeit liegt nun in zeichnerischen Ermittlungen auf Grund der Gesetze der Bewegungslehre, die sich auch hier wieder nach Kürze, Durchsichtigkeit und Einfachheit als besonders leistungsfähig erweisen. Die Arbeit gipfelt dann in der vollständigen Auswertung der Verhältnisse einer als Beispiel eingeführten Maschine von Ehrhardt und Schmer für eine Duo-Trägerstrafe.

Die auf höherer wissenschaftlicher Grundlage fußende Arbeit gewinnt durch diese Hinführung zu bestimmten Ergebnissen noch besonders an Wert.

**Das Eisenbahnwesen der Schweiz.** II. Teil. \*) Die schweizerischen Eisenbahnen 1911. Von P. Weissenbach, gew. Präsident der Generaldirektion der schweizerischen Bundesbahnen. Zürich, Orell Füssli, 1914, Preis 8 M.

Der Teil beschäftigt sich hauptsächlich mit der Eisenbahngesetzgebung, dem Genehmigungswesen, den Rechten und Pflichten der Beförderung und der Verwaltung, dabei mit den Beamtengehältern, gibt also Aufschluß nach den verschiedensten Richtungen. Der Teil entspricht auch insofern einer gewissen

Stufe der Entwicklung, als mit 1911 der elektrische Ausbau der Hauptbahnen in den Stand ernstlicher Bearbeitung getreten ist.

**Vorstudien zur Einführung des selbsttätigen Signalsystems auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn** von G. Kemmann, Geheimer Baurat. Berlin, J. Springer, 1914. Preis 6,0 M.

Das sorgfältig ausgestattete Buch bringt eine Übersicht über die Grundlagen der Einführung selbsttätiger Signale, die der Verfasser im Auftrage der Hoch- und Untergrund-Bahngesellschaft in Berlin auf Erkundungsreisen in Nordamerika und England gesammelt hat, und Darlegungen über die Ausgestaltung solcher Signalanlagen. Die Notwendigkeit der Einführung wird mit dem Hinweisse dargetan, daß nur durch selbsttätige Signale die wünschenswerte Kürze der Zugfolge zu erreichen ist, die Lehre von der Unerläßlichkeit der Mitwirkung der menschlichen Sinne, die der Einführung bei uns noch im Wege steht, wird mit guten Gründen bekämpft.

Wir haben diesem Gegenstande seit langem eingehende Beachtung gewidmet\*), und geben der Überzeugung Ausdruck, daß das vorliegende Werk einen bedeutsamen Schritt auf dem Wege der Entwicklung selbsttätiger Signale auch bei uns bedeutet, für die der Bedarf wohl heute nicht mehr geleugnet werden kann. Der Verfasser erhöht den Wert seiner Arbeit noch dadurch, daß er sich bemüht, eine klare Begriffsbezeichnung, namentlich für die Reihenfolge der Signale und zu deckenden Gegenstände, ein- und streng durchzuführen, die im Signalwesen noch vielfach vermisst wird.

Wir machen die Fachgenossen auf das Erscheinen dieser wertvollen Quellenbearbeitung besonders aufmerksam.

\*) Von vielen Veröffentlichungen nennen wir Organ 1894, S. 68; 1894, S. 122; 1898, S. 130, 197; 1905, S. 86, 109; 1904, S. 136, 180.

\*) Organ 1913, S. 386.